This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06909899 8

PTS

Savi

SIG. PROF. CAV. PAOLO SAVI

È debito nostro di dichiarare a VS. Illma che la Deputazione di Beneficenza istituita in Pisa, e presieduta da Monsignore Arcivescovo, per sovvenire ai danneggiati dal Terremoto dei 14 *Agosto decorso, nel tempo che nella sua adunanza di questo giorno accoglieva il dono da Lei offertole del suo libro intitolato* = Relazione de' fenomeni presentati dai Terremoti di Toscana dell'Agosto 1846, e Considerazioni teoretiche sopra i medesimi =, *ci ordinava di porgergliene i dovuti ringraziamenti.*

Mentre intendiamo con questo di avere adempiuto all'incumbenza affidataci, ci ascriviamo ad onore il poterci dichiarare

Di VS. Illma

Pisa, 6 *Ottobre* 1846,

Devotissimi Servitori

PROF. CAN. R. SBRAGIA
PROF. G. MONTANELLI } *Segretarj.*

271
4

RELAZIONE DE' FENOMENI

PRESENTATI

DAI TERREMOTI DI TOSCANA

DELL' AGOSTO 1846

E

CONSIDERAZIONI TEORETICHE SOPRA I MEDESIMI

DEL PROF. CAV.

PAOLO SAVI

PISA

TIPOGRAFIA NISTRI

1846

Ritrovandomi ancor io il 14 Agosto in quella parte della Toscana ove con maggior violenza fu sentito il terremoto, immediatamente dopo il terribile avvenimento intrapresi a studiarne i fenomeni, non con la speranza di poter giungere a svelare le cause di questi orrendi sconturbamenti della terra, ma solo per soddisfare la mia curiosità, e per cooperare co' miei scarsi mezzi ai progressi della Fisica terrestre, raccogliendo con diligenza, e registrando tutti i fatti relativi all'accaduto. A tale oggetto visitai reiteratamente que' luoghi, che furono i più commossi dal terremoto, onde da me stesso vederne gli effetti da questo prodotti, tanto negli edifizj, quanto nel suolo. Per avere la cognizione più giusta che si potesse, di quanto seguì sopra i varj punti del paese devastato, nel momento in cui la terra si scosse, interrogai gran numero di persone di tutti i ceti, procurando

sempre di udire i racconti di quelli, che nel terribil momento trovavansi in situazioni diverse. E giudicando che per formarsi idea esatta della degradazione della forza, e della direzione dei movimenti che ebbero luogo, convenisse conoscere gli effetti prodottisi anche nei paesi lontani, siccome non erami possibile di percorrerli tutti, mi prevalsi della compiacenza e del sapere di molti miei corrispondenti ed amici, inviando loro a quest' oggetto una lunga serie di precise e semplici domande; dalla risposta delle quali agevole mi fu ottenere le occorrenti notizie. Talchè così venni a riunire a poco a poco una quantità non piccola di fatti, i quali mi sembrarono di tanta importanza, da meritare d'esser conosciuti, specialmente corredandoli di quelle considerazioni, a cui essi avevan dato luogo.

Essendomi poi determinato a pubblicare queste mie ricerche, pensai che volendo trattare d'un soggetto di tanto generale interesse, sarebbe stata cosa conveniente il servirsi d'un linguaggio, e d'un metodo, che potesse rendere un tal lavoro adattato ad esser compreso ancora da quelli, i quali non preser la fisica terrestre per primario scopo de' loro studj. A seconda adunque di un tal proponimento, divisi questo scritto in due parti: nella prima esposi tutti i fatti relativi ai terremoti ultimamente avvenuti; e nell'altra, dopo aver mostrate quelle conseguenze teoretiche, che da tali fatti si posson dedurre, diedi una concisa idea della più plausibile ipotesi, mediante la quale sembra potersi

spiegare il fenomeno. E siccome a meglio provare i fatti, o a sostener le opinioni, abbisognano non di rado delle descrizioni dettagliate, o degli esempi tolti da altri autori; e tanto questi che quelle introdur non si possono nel corpo dello scritto senza nuocere al suo ordine, o alla sua chiarezza, così giudicai opportuno di porre al termine del medesimo una serie di note illustrative, le quali si referiscono ai detti soggetti.

PARTE PRIMA

FENOMENI PRESENTATI DAL TERREMOTO DEL 14 AGOSTO 1846, O AD ESSO RELATIVI.

È ormai da tutti conosciuto, come i maggiori disastri prodotti dal terremoto avvenuto dopo le ore 12 meridiane del 14 Agosto, accaddero nelle Colline Pisane e Livornesi, ed in una parte di quelle della *Val di Cecina*, quantunque le sue scosse, perdendo gradatamente di forza, si estendessero per quasi l'intiera Toscana, e nelli stati vicini e prossime isole, e si propagassero ancora fino a *Genova* e *Milano*. Ove l'azione di questo tremendo fenomeno fu più gagliarda, ebbevi *rombo* con detonazione profonda, accompagnata da potente moto di sussulto, al quale seguirono forti ondulazioni, e quasi contemporaneamente accadde lo smantellarsi, ed il crollare più o meno completo de' fabbricati, per cui in un subito lo sgomento, il dolore, il lutto e la miseria invasero intiere popolazioni, l'istante avanti felici.

Nelle regioni limitrofe a questo disgraziato paese, cioè nelle contigue colline, e nelle pianure marittime, ove pure sentissi lo spaventoso rombo, e gagliardo sussulto, ed ondulazione, seguirono poche o niune rovine, abbenchè quasi tutte le case ne avessero le muraglia spaccate, più o meno estesamente. Ma in questa seconda regione, alla prima e violentissima scossa del 14, poche ne

susseguirono e di gran lunga minori, tanto nel rimanente giorno, quanto nei successivi, e quindi la quiete del suolo perfettamente si ristabilì; mentrechè nella regione più maltrattata, i movimenti ed i fragori sotterranei quasi giornalmente, ed anche più volte in uno stesso giorno, si continuarono per lungo tempo.

Volendo tessere l'intiera storia di questo memorando avvenimento, converrebbe certamente parlare delle disgrazie avvenute in quel giorno: descrivere la costernazione che invase gli abitanti del paese flagellato, l'eroico coraggio d'alcuni per salvare le vittime del disastro: la carità ed il disinteresse massimo mostrato da molti, nel soccorrere in quei primi momenti i miseri, che eran restati mancanti e di casa e di vitto: e farebbe d'uopo esporre quale istancabile zelo, e pietosa solerzia spiegasse il Clero nel porgere que' conforti e que' soccorsi, atti a rincorare le sbigottite popolazioni; e ad un tempo menzionare gli energici provvedimenti presi dal Governo, e l'amorosa sollecitudine con cui il Principe si portò da se stesso sopra quel vasto campo di miseria, onde più da vicino conoscere il bisogno degli afflitti. Ma tali soggetti, che d'altronde per esser trattati degnamente esigono dicitura ben altrimenti elegante che la mia, sono estranei del tutto allo scopo puramente scientifico di questo scritto; così nulla di essi dirò, e questa relazione si limiterà a considerare i fenomeni naturali, che in quell'avvenimento ebber luogo.

All'oggetto adunque di far conoscere con la esattezza necessaria tutto quanto d'interessante si presentò nel tempo dell'indicato terribile sconturbamento terrestre, reputo conveniente principiare da stabilire i limiti della superficie di paese, nel quale esso si fece sentire, e distinguere in questa, approssimativamente, le varie porzioni ove in modo diverso esercitò la sua forza.

CAPITOLO PRIMO

Limiti del paese commosso dal terremoto.

Quantunque abbia cercato di procurarmi il maggior numero di notizie, riguardo ai paesi ove giunse l'azione di questa scossa, pure fino ad ora non mi fu possibile di riunirne il numero che avrei desiderato, onde determinare con ogni esattezza il limite del perimetro da questa commosso. Con tutto ciò da quanto ho saputo sembrami potersi stabilire, che dal lato del N. molto più si è esteso il suo impulso, che dal lato del S. Non solo fu sentito a *Genova*, e nelle vicinanze di *Parma*, ma il suo moto si comunicò fino a *Milano*, benchè debolissimamente (Ved. Nota N.° 24). Al N. E. meno si è propagato, non essendo arrivato a *Bologna*. Mi è stato fatto dubitare che si manifestasse movimento nella costa adriatica, posta per noi a levante; ma non ho su di ciò certezza, ed anzi sembrami poco probabile, non essendosi che pochissimo scossa la Romagna Toscana, la quale

resta interposta fra il pisano, e quella spiaggia. Al S. E. quantunque leggermente agitasse i paesi delle crete senesi, pure non si propagò la commozione fino a *Montalcino*; e più verso il S., poco deve essersi esteso oltre *Orbetello*, stantechè non solo *Roma*, ma nemmeno *Civitavecchia* lo sentì. A S. O. il limite più lontano ove giunse fu l'*Isola dell'Elba*. Nell'*Isola di Gorgona*, in quelle di *Capraja*, *Corsica*, e *Pianosa*, pochi ne ebbero indizio. *Sardegna* restò quietissima.

Tutti sanno, ed io l'ho anche in principio accennato, che nel perimetro commosso, di cui adesso ho indicato i limiti, vi fu una porzione ove il terremoto produsse massimi effetti, e da questa allontanandosi sempre andarono diminuendo; talchè si posson quasi distinguere, avendo riguardo all'intensità degli effetti medesimi, altrettante zone, che quasi concentricamente girano attorno alla porzione centrale. Onde dividere nel modo il più caratterizzabile, li spazj ne' quali il terremoto produsse azione diversa, tre soli gradi di quest'azione considererò, cioè: 1.° quello capace di far diroccare il maggior numero delle fabbriche, 2.° quello che potè solo produrre in esse fenditure, 3.° quello atto semplicemente ad originar movimento sensibile.

Scendendo dal N. verso il S., le rovine incominciano alle *Guasticce*, a *Nugola*, al *Colle Salvetti*; e procedendo poi a levante, indi a scirocco, continuano a *Fauglia*, *Lari*, *Casciana*, *Orciatico* ec. fino all'intiero *Monte di Volterra*, estendendosi

cioè per quasi tutta la riva sinistra del fiume *Era*: di là volgendo a ponente, seguono la riva destra della *Cecina*, lungo la falda dei monti, e vanno a raggiungere la *Valle della Fine* sotto *Rosignano*, di dove risalendo a settentrione, sulla falda de' monti serpentinosi, che stanno fra il nominato paese e *Livorno*, cioè passando dall'*Acqua Buona*, da *Castel Nuovo della Misericordia*, dal *Gabbro*, e da *Colognole*, arrivano alle colline terziarie livornesi delle *Parrane* e di *Nugola*, delle quali ho già parlato. Sulla riva sinistra della *Cecina* può dirsi che i diroccamenti si limitarono al colle elevato, e diretto da N. a S., che sta fra la valle della *Sterza di Querceto* e la pianura marittima, sul quale stanno i castelli di *M. Scudajo*, *Guardistallo*, *Casale* e *Bibbona*.

Quantunque il perimetro di cui adesso ho tracciato i confini, comprenda il paese ove in generale accaddero rovine, peraltro non egualmente fu scossa la sua superficie, potendosi in questo distinguere chiaramente una parte, ove l'azione della scossa fu ancora più energica. Questa parte, che io designerò col nome di *spazio centrale d'azione*, ha figura allungata; incomincia al S. con il colle delle *Contee*, su cui è situato *Casale*, *Guardistallo* e *M. Scudajo*: varcata la *Cecina*, dirigendosi al N. comprende la piccola insenatura ov'è *Riparbella*; estendesi poi per tutta quella parte di *Val di Fine* che è stretta fra le due catene di monti diretti da N. a S., e terminasi con quell'estesa serie di colline, le quali incominciando a ponente, dal tor-

rente *Lugione*, s'estendono a levante fino alla riva sinistra dell'*Isola*.

La zona in cui le fabbriche non furono che più o meno rotte da crepe, e che indicherò col nome di *zona media*, essendo frapposta alla porzione centrale ed alla *zona esterna*, comprende tutta la pianura dell'*Arno* e del *Serchio*, la parte meridionale delle colline che stanno fra il *Lago di Bientina* e quel di *Fucecchio*, il colle Fucecchiese, tutti que' poggi terziarj, posti fra la *Val d'Evola* e la *Val d'Elsa*, e procedendo al S., verso l'origine di quest'ultimo fiume, s'inoltra nell'alta *Val di Cecina*, comprendendo dal lato d'occidente le valli della *Possera*, della *Trossa*, e della *Sterza di Querceto*.

Premesse le generali notizie sul campo d'azione del terremoto del 14 Agosto, scenderò adesso a parlare dettagliatamente in questa prima parte, di tutti quei fenomeni ad esso relativi, che son giunti a mia notizia, o che io stesso ho osservato, incominciando da quelli i quali precedettero la scossa del 14, per passar poi a quelli che l'accompagnarono, o ne furono conseguenza. E per aver la chiarezza necessaria, e proceder con l'ordine conveniente a far risaltar l'importanza, e connessione respettiva dei fenomeni concomitanti a quel violento perturbamento terrestre, non li considererò in complesso come si presentarono, ma bensì ciascuno separatamente, ed in tanti distinti capitoli.

CAPITOLO II.

Fenomeni particolari che han preceduto le scosse.

È opinione di quasi tutti i geologi di gran vaglia, che la venuta de' terremoti non sia annunziata giammai, non solo da alcun costante rimarcabile fenomeno, ma neppure da niuno stato particolare dell'atmosfera. Io non ardisco certamente asserire il contrario; ma non posso a meno di notare, che per lo straordinario andamento della stagione, in Toscana ebbesi nella decorsa estate da molti, direi quasi il presentimento della prossima sciagura; tal che, e in *Pisa* e in *Livorno*, e per le campagne, tanto nella mattina del 14 Agosto quanto nei giorni precedenti, s'udiva parlare di timori de' terremoti. È probabile che eguali prognostici sieno stati fatti ancora in molti altri tempi, e che allora ad essi niuno ponesse attenzione, per non essersi avverati; com' è probabile che il caso solo abbia adesso portata quella combinazione di circostanze, la quale fece nascer nella mente de' Toscani gl' indicati timori. Ma siccome trattandosi d'un fenomeno certamente complesso, e la di cui causa può dirsi affatto sconosciuta, credo non sia peranche provato che il suo arrivare debba andar costantemente privo da alcuni sconturbamenti dello stato ordinario della natura, capaci d'essere apprezzati dall' uomo: perciò, nella speranza che dalla riunione d'un numero grande di osservazioni

in proposito si possa un giorno trarre qualche utile conseguenza, reputo mio dovere il referire quanto di più importante è stato osservato in Toscana, avanti il 14 Agosto.

Ognuno conosce quale eccessivo calore e qual siccità ostinata soffrimmo nei mesi di Giugno e di Luglio, e nella prima metà di Agosto. Come quasi sempre mancarono i regolari e costanti venti N. O., che soglion portare giornalmente sollievo agli ardori estivi nella nostra pianura, i quali in quest'anno, più che negli antecedenti, erano incomodi a cagione dell'aria caliginosa e grave, che stanziava sul nostro orizzonte. La precocità della raccolta de' cereali fu generalmente notata, giacchè il grano si mietè dieci giorni prima del consueto, ed il granturco quindici giorni avanti dell' epoca ordinaria fu depositato sull'aje. Le frutta ancora accelerarono la loro maturazione: quei fichi i quali per il solito non giungono a perfezione che nel Settembre, vi erano arrivati il quindici d'Agosto. In egual modo avemmo precoce la vendemmia; e la raccolta delle olive fu anticipata di più d'un mese.

Non occupandomi d'osservazioni agrarie, non posso dare che queste poche, ed anche imperfette notizie, sullo straordinario andamento della vegetazione riscontrato fra noi: perciò altro non dirò sul soggetto de' vegetabili, essendo certo di veder ben presto registrato da diligenti agricoltori, e valenti botanici fatti più numerosi, e di maggiore interesse.

Relativamente agli animali, solo gli uccelli, come quelli dotati d'una respirazione più attiva e più estesa, e di sensorj più squisiti, avrebber potuto accorgersi molto avanti l'epoca della catastrofe in discorso, d'un qualche disordinamento nello stato atmosferico, qualora realmente fosse esistito; ma che io mi sappia, nulla offrirono di rimarchevole, giacchè l'abbondanza straordinaria avuta fra noi di Quaglie e Cuculi non può certamente aver rapporto alcuno con gli sconturbamenti tellurici seguiti in Agosto.

Passato così rapidamente in rivista le singolarità osservate nell'aria, nelle piante e negli animali, scendiamo adesso ad esaminare quel che di notevole ha presentato la terra avanti il terremoto, nei luoghi che da questo furono maggiormente commossi.

Avvertirò prima di tutto la comparsa d'una abbondante polla d'acqua nel letto, allor secco, della *Fine*, scaturita l'ultimo di Luglio, nel luogo denominato *Fabbriche*; polla la quale sgorgava con tal impeto, da sollevarsi oltre il livello del suolo per circa l'altezza d'un braccio. Quindi i cupi romori uditi in mare presso al *Fanale di Livorno*, fino dal 25 del Luglio antecedente, e resi più sensibili nel 12 e nel 13 Agosto: romori accompagnati da straordinarj movimenti del mare stesso, de' quali non potevasi render ragione, nè per la qualità, nè per la forza de' venti. In seguito una prima scossa che si risentì la mattina del 7 Agosto, verso le ore otto, in *Volterra*, *Pomarance*, *Serra*,

Monte Scudajo, Guardistallo, Casale e *Bibbona*: essa fu assai debole, ma peraltro tale da esser generalmente sentita. A seconda di quanto è a mia notizia, nella *Val della Fine* non l'avvertirono. In questo stesso giorno ebbevi nella medesima valle, e dintorni, una fortissima burrasca, con tuoni e fulmini, la prima dopo la gran siccità, che da tanto tempo continuava: la qual burrasca procedendo verso il Nord, s'estese anche sul *Pisano*, ove caddero molti fulmini, alcuni ancora sulle fabbriche della città e de' villaggi, e sopra i prossimi monti di *Asciano*, di *S. Giuliano*, e di *Pugnano*: su questo più alberi furono squarciati, su quello s'incendiarono le erbe aride che lo ricuoprivano. E finalmente menzionerò un grande, e non mai per lo avanti osservato sviluppo di Gaz Idrogene entro i lavori sotterranei della Miniera di Rame di *M. Catini di Val di Cecina*. Io son d'opinione che questo fatto debba attribuirsi a quelle particolari azioni telluriche locali, alle quali referir si debbono le altre scaturigini di Gaz Idrogene carburato di *Pietramala*, della *Porretta* ec., le sorgenti termali, e forse anche i nostri *Soffioni d'acido borico*, e che perciò sia estraneo affatto alla produzione del terremoto; ma con tutto questo, e per l'analogia della sede del fenomeno, e per la sua singolarità, e quasi coincidenza di epoca, credei non doverlo passare sotto silenzio (10).

CAPITOLO III.

Fenomeni ammosferici osservati nel 14 *Agosto, e posteriormente.*

La mattina del 14 Agosto, in *Pisa* il Sole inalzossi in un cielo leggermente caliginoso come nei giorni precedenti, e sparso a scirocco di nuvoli biancastri. Il disco solare non ebbe mai il consueto splendore, ma una luce più pallida, benchè caldissimi fossero i suoi raggi. E quantunque il termometro centigrado non segnasse in generale, all'ombra, che 24 o 25 gradi, pure giudicandone dalla sensazione che esercitava sul nostro corpo, reputavasi assai maggiore. Verso il mezzogiorno l'afa tanto aumentò, da produrre in quasi tutti mal essere, una lassezza di membra accompagnata da difficil respiro: tali spiacevoli sensazioni continuaronsi ancora per varie ore dopo il terremoto. In *Pisa* non videsi niun cambiamento ammosferico particolare in quella mattina: solo s'accrebbe la leggiera ed uniforme caligine; ma in *Livorno* notarono aver l'orizzonte un color verdastro fosco; e sono assicurato da persona degna di fede, che a *Serazzano*, poco avanti la scossa, l'aria si fece turchina in modo tale, da cagionar gran maraviglia negli abitanti di quella terra.

In tutta la Toscana spirò debole vento in quel giorno, quantunque non sempre nè in tutti i luoghi provenisse dalla medesima parte dell'oriz-

zonte. Ad *Orciano*, a *Lorenzana*, a *Guardistallo*, a *Pisa*, ed ovunque l'agitazione della terra si fece sentire con violenza, poco avanti il suo arrivo cessò ogni moto nell'aria, e divenne questa più affannosa e opprimente: ma nell'istante della commozione terrestre si mosse con tal forza ed irregolarità, che da molti fu attribuito il generale disordine, il romore, l'urto, ed anche le rovine ad un impetuoso turbine anzichè al terremoto. Tale fu in quell'istante l'opinione di gran numero d'abitanti d'*Orciano*, *Scutriano* e *Lorenzana*. Ho posto gran cura a verificare questi due ultimi fatti, cioè la quiete avvenuta nell'ammosfera poco avanti la catastrofe, ed il violentissimo vento che l'accompagnò: ed ho potuto accertarmi che essi ebbero luogo non solo nei paesi ove accaddero le più grandi rovine, ma ancora in parte di quell'estensione di paese ove le scosse solo cagionarono spacchi più o meno estesi nei muri, come nel *Pisano* e nel *Pietrasantino*. Sembrami facile lo spiegare l'origine di quell'istantaneo ed impetuoso buffo di vento, il quale (come rilevasi dalle relazioni dettagliate di molti violenti terremoti, e fra gli altri anche de' Calabresi) è frequente compagno delle forti scosse sussultorie (11), ponendo mente al moto verticale che ebbe luogo nella terra di quella parte della Toscana ove la commozione fu più forte, che è quella appunto ove apparve l'agitazione dell'aria di cui si discorre. Vi son fatti, come qui appresso esporrò, i quali provano doversi esser sollevata in quell'istante la superficie del suolo in

modo considerevole: in conseguenza di ciò non poteva a meno di prodursi ancora nello strato della nostra ammosfera, che sulla terra riposa, un istantaneo ed irregolar movimento, quando dal sollevarsi di questa venne detto strato ad esser compresso e respinto, o viceversa nell'istante consecutivo dilatato, ed attratto, allorchè la terra tornava ad abbassarsi.

Dopo l'orribile scossa l'aria tornò tranquilla, e lo stato del cielo e l'apparenza del sole restarono, presso a poco, quali erano per lo innanzi; ma nei seguenti giorni ebber successivamente luogo tali straordinari fenomeni ammosferici, che accrebbero, o rinnovarono lo spavento nelle atterrite popolazioni, dalle quali furon considerati come presagi di nuovi e maggiori disastri, tutti referendo ad una stessa, benchè arcana causa, gl' inusitati avvenimenti della terra e del cielo.

Sarebbe pregio dell'opera il riportar qui dettagliate ed esatte osservazioni meteorologiche, relative ai paesi che dir si possono sede degli ultimi terremoti; ma, ch' io mi sappia, niuno si occupò di esse: e siccome quelle fatte in Pisa nel Gabinetto fisico dell' Università son pubblicate periodicamente nel giornale *Il Cimento*, così è inutile di riprodurle (25). Non restami adunque che ad enumerare i fenomeni più importanti manifestatisi dopo il 14 Agosto, avendo precedentemente fatto conoscere quelli avvenuti fino a tal epoca.

Le piogge burrascose si posson considerare come una delle meteore, che predominarono dopo

i terremoti, giacchè esse incominciarono il dì 20 Agosto, e d'allora in poi avemmo sempre un maggior numero di giorni piovosi, che di sereni; e non furono leggiere passate d'acqua, ma dirotti diluvi, i quali piombando particolarmente nelle valli, e nelle pianure vicine al mare, e su i prossimi monti, produssero le grandi piene, e li straripamenti della *Fine*, della *Tora*, della *Serravezza*, del *Torrente di Montignoso*, del *Frigido*, *Carrione* ec. Allora non sempre le nuvole burrascose comparivano fra scirocco e ponente, come quasi in modo costante accadeva ne' decorsi anni; ma indistintamente da tutti i punti dell'orizzonte, ed anzi per il solito fra tramontana e maestro, cioè appunto dall'opposto lato.

Quei temporali furono molto di frequente accompagnati da *tuoni* e *baleni*, e non di rado da *fulmini*. Circa ai tuoni fu giudicato da molti, e parve ancora a me, che essi producessero un rumore diverso dall'ordinario: che avessero cioè un più sordo e cupo rombo, il quale molto più del solito si prolungava, e che malgrado la debolezza della detonazione cagionava un fortissimo tremore nell'aria, e tale da agitare non solo le vetrate, ma ancora i muri delle fabbriche. La notte del 18 Settembre fu spaventosa, specialmente nelle *Alpi Apuane* e nel *Fivizzanese*, per la quantità e forza dei lunghi tuoni che accompagnarono la dirotta pioggia. E que' tuoni che in tanto numero si sentirono nel *Pisano* la notte del 25, furono seguìti da rimbombo sì forte, il quale fece con

tanta violenza tremolare le muraglie, che da tutti s'attribuì al loro effetto la rovina contemporaneamente accaduta in Pisa d'una porzione di casa già mal ridotta dal terremoto del 14 Agosto; ed alle *Mulina di Quosa* d'un pezzo della volterrana della Chiesa (12). I *lampi*, che non sempre precedevano l'esplosioni ammosferiche, ed anzi frequentissimamente apparivano silenziosi, eran di quelli i quali illuminano in egual modo un grande spazio di cielo, non che tutta la massa delle nubi ove si manifestano: ordinariamente spandevano una luce un poco gialliccia, benchè non di rado questa fosse ancora leggermente rosea, o vinata.

Una *tromba* o *tifone* ebbe luogo la mattina del 20 Agosto, la quale girò attorno alla parte meridionale della *Val della Fine*. Sul far del giorno, alle ore 4, fu vista nell'aria, al di sopra del mare che sta di faccia a *Vada*, una piccola ma cupissima nube, la quale prolungavasi in basso e quasi fino al livello dell'acqua, con un lungo cono terminante in cilindro, che per la forma rassomigliava una proboscide d'elefante. Questa nube peraltro non conservò sempre la detta apparenza, ma la cambiò durante il suo corso, giacchè diminuendosene adagio adagio la parte inferiore cilindrica, la massa superiore andò aumentando, e facendosi più regolare, in modo da convertirsi in ultimo in un semplice globo, ma di color quasi nero. Questa oscura meteora, movendosi in linea curva dal luogo ov'era comparsa, si diresse prima a S. E. verso la *Fattoria di Cecina*, oltre la quale, giunta sulla terraferma,

passò sopra la pineta del littorale, e traversata la pianura, in direzione da O. ad E., scorse sopra i bassi colli che fan contrafforte a quello di *M. Scudajo:* indi dirigendosi al N. varcò la *Cecina,* andò a rasentare *Riparbella,* e s'inoltrò poi ne' monti che le fan spalla dal lato di tramontana, producendo ove passava un impetuosissimo vento turbinoso, che tutto fracassò. Sulla riva sinistra della *Cecina* disfece e disperse un pagliajo; macolò e lacerò i pampani ed i grappoli d'una vigna, che tutta lasciò scomposta, e come calpesta. Sulla riva diritta, in vicinanza di *Riparbella,* inoltrandosi nella vallata detta *de' Cerri grossi,* svelse da quaranta viti, una dozzina di olivi, un pino, un cerro, e tre noci: ed avendo investita una casa poderale, stata di già fessa dal terremoto, la rovinò. I dettagli che ho adesso riportati, tanto circa alla comparsa, quanto alla primitiva figura, e successivo cambiamento di forme del *tifone,* e del cammino da esso tenuto, furono a me comunicati dal sig. Dott. Emilio Giudici di *M. Scudajo,* il quale ebbe campo di bene osservarlo, giacchè a cagione dello stato di minacciante rovina, in cui trovavasi il paese, dimorava tuttora alla campagna, abitando nel casotto d'un paretajo. Ancora un Cavalleggiere di *Castiglioncello* vedde quella meteora nel fare la ronda del mattino, lungo la riva del mare; esso referì nel suo rapporto, che allorquando il globo nero si dissipò sopra i monti di *Riparbella,* sentissi un lontano, ma forte rombo, e la terra si scosse. Io non ho avuto modo di verificare queste due ultime asserzioni.

Secondo quanto mi è stato referito, negli ultimi giorni d'Agosto e nel Settembre apparivano di sovente nelle vallatelle prossime ad Orciano, anche mentre non spirava che debole vento, delle colonne biancastre, forse di polvere, le quali perfettamente cilindriche s'inalzavano a notevole altezza nell'aria (a circa centocinquanta o duecento braccia), e dopo breve tempo sparivano. Io, durante le mie gite, non m'imbattei a vedere un tal fenomeno; ma dalla descrizione fattamene da chi l'osservò, credo non ingannarmi considerandolo come il semplice effetto del mulinellare del vento: ciò nonostante, essendo veri i racconti fattimi, sarebbe notevole la frequenza della produzione di tali colonne, e l'altezza a cui giungevano.

La sera del 26 d'Agosto, verso l'un'ora di notte, vi fu una splendentissima *Bolide*. Chi era nel Lungarno di Pisa, dalla parte di tramontana, la vidde fra Greco e Scirocco, percorrere una linea parabolica da Levante a Ponente: il suo diametro sembrava eguagliare un quarto di quello della Luna nuova: ed allorquando calò verso l'orizzonte, si sciolse in un gran numero di scintille, le quali, dopo poco scomparvero. Fu allora che mandò maggiore splendore, e Pisa ne fu tutta illuminata nel modo stesso e con quella medesima chiara luce, che avrebbe potuto produrre un grandissimo razzo, nella cui composizione fosse entrato il così detto *Fuoco di Bengala*. Da *S. Marcello*, ne' monti Pistojesi, fu giudicata una delle ordinarie stelle cadenti, dotata per altro di maggior luce.

Una seconda *bolide* l'osservò il Capitano Antonio Parenti dal Fanale di Livorno, nella notte del 4 Ottobre, alle 2 ½. Comparve come un piccolo globo di fuoco, molto al di sopra dell'orizzonte, dalla parte di levante: e mentre salendo procedeva verso ponente, vedevasi aumentar di volume; cosicchè quando giunse fra ponente e maestro, sembrava avere, per servirmi dell'espressione usata da chi mi raccontò il fenomeno, il volume d'un grosso arancio: allora, come l'altra precedentemente descritta, si divise ad un tratto in numerosissime scintille, le quali calando si persero dietro la folta caligine, da cui era ingombro l'orizzonte. Il disfacimento della bolide in scintille, combinò con una leggiera scossa della torre.

Un violentissimo *Uragano* diretto da N. a S. traversò la parte occidentale della Toscana, verso le dodici meridiane del 14 Settembre. Il 13 fu al solito burrascoso, e nella *Val di Serchio*, ov' io mi trovava, le nubi comparse da grecale, come ordinariamente far solevano in quel tempo, s'aggirarono per tutto il giorno sopra i monti che circondano la valle. La mattina del 14 il cielo era sereno, e l'aria limpida, ma numero grande di candide nubi allungate stavano sparse in quà ed in là. Dopo le ore dieci esse s'addensarono sugli Appennini Modanesi e Pistojesi, di modo che in breve tutta quella parte dell'orizzonte divenne d'un uniforme color cenerino cupo, simile al color della lavagna, mentre l'altra, fra scirocco e libeccio, mantennesi serena. Allora l'ammosfera

era quieta: ma alle 12 meridiane l'impetuosa tempesta passò sopra di noi, fracassando e sradicando quantità grandissima d'alberi, scoperchiando alcuni tetti, e gettando a terra più persone, che si trovavan sui poggi. Partendosi la bufera dal versante settentrionale dell'Appennino, passò sopra i monti di *S. Marcello*, di *Barga*, di *Castel Nuovo di Garfagnana*: piombò sul *Lucchese*, sul *Seravezzino*, sul *Pisano*, lasciando ovunque tracce di sè; ed inoltrandosi sul *Livornese*, e sul paese stato sconquassato dal terremoto un mese innanzi, sparse lo spavento nelle sue popolazioni, giacchè in quel momento confusero il soffio e l'urto della bufera col rombo e con la scossa del terremoto.

Dopo il descritto uragano continuarono i venti ad esser variabili, accompagnando o seguendo burrasche più o meno gagliarde, fino al 24 d'Ottobre, epoca in cui vi ebbe un ultimo temporale, dopo il quale incominciarono le quiete e regolate piogge proprie a quella stagione. La notte antecedente cadde nella *Val di Serchio* copiosa pioggia, e la mattina alle 7 e ½, spirando un forte grecale, rassenerò: ma alle ore otto comparvero fra scirocco e libeccio de' nuvoli che sollecitamente addensandosi, oscurarono il cielo: in breve tempo si vedde formare poco al di sopra dell'orizzonte, e parallelamente a questo, un esteso ed uniforme rotolo di nuvole, il quale a guisa d'orliccio, limitava superiormente l'oscuro sipario da cui il cielo si nascondeva. Cessato del tutto il grecale, veddesi il descritto rotolo nuvoloso inoltrarsi rapi-

damente verso la *Val di Serchio*, ed allorquado fu giunto sopra di essa, si manifestò di repente, insieme a fitta pioggia ed a grandine, un impetuoso buffo di vento di mezzogiorno, il quale continuò pochissimo tempo, ed avendo trascinate le nubi al di là de' monti, lasciò il cielo nuovamente sereno.

Il Sole e la Luna ancora offrirono delle singolari e strane apparenze. Il sig. Dott. Ezio De Vecchi mentre andava da Onana ad Acquapendente, nella mattina del 14 Agosto, verso le ore 5, vedde fralle nubi che interrottamente cuoprivano l'orizzonte, una bellissima doppia immagine del Sole, o *Parelio* (29). Ed un simile fenomeno apparve a mio fratello Prof. Pietro, ed al Dott. Adolfo Targioni, che insieme si trovavano nell'Orto Botanico di Pisa, in un giorno della fine di Settembre, il Sole essendo prossimo al tramonto, e l'occidente sparso di nuvole. Una sera degli ultimi giorni d'Agosto, mentre la Luna era bicorne, apparve da un lato raddoppiata, in modo peraltro che le due corna prossime si saldavano (*a*). E verso le ore 9 della notte del 4 Ottobre, il Dott. Cesare Studiati osservò dalle vicinanze di *Rigoli*, mentre pioveva verso i monti di *Avane*, un ben distinto arcobaleno, prodotto dalla Luna, che splendeva al di sopra de' monti di *Corliano*.

Questi furono i più importanti fenomeni accaduti nella nostra ammosfera, mentre tuttora con-

(*a*) Tabani, *Del Terremoto accaduto in Toscana il 14 Agosto* 1846.

tinuava ad agitarsi una porzione del suolo della Toscana. La storia dei terremoti ci fa conoscere essere stata frequentissima la coincidenza di simili fenomeni tellurici con gli ammosferici qui sopra notati (a): talchè, malgrado l'opinione di que' Fisici i quali negano la possibilità di qualunque legame fra gli avvenimenti di queste due diverse regioni, chi è stato testimonio della rinnovazione ultimamente seguìta d'una simile coincidenza, non può a meno d'esser propenso a dichiarare non abbastanza basata una tale opinione, ancorchè conosca e valuti quanto conviene tutte quelle circostanze le quali possono indurre in errore su tal proposito. Certamente, volendo dedurre dalle precedenti osservazioni delle giuste conseguenze riguardo al legame che esister può fra l'aria e la terra, farebbe di mestieri paragonare i fenomeni meteorologici della Toscana, non solo con quelli delle altre parti d'Italia, ma ancora dell'Europa tutta, ove pure, come ognun sa, straordinario fu l'andamento delle stagioni, ed ebber luogo dei non frequenti fenomeni (26). Ma non possedendo io tutte le notizie

(a) Nel Baglivi (*De terremotu Romano, et Urbium adiacentium* anno 1703): nel Soldani (*Relazione del Terremoto accaduto in Siena nel Maggio* 1798): nel Sarti (*Saggio di congetture sui Terremoti*), ed in molti altri autori italiani, si posson leggere esempi della comparsa di *bolidi, turbini, uragani* ec., avvenuta in occasione di simili commozioni della terra: ed una quantità grande di analoghi fatti si posson veder registrati da Alex. Perrey, nelle sue *Nouvelles recherches sur les tremblements de terre etc.* (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, Tom. XVII. an. 1843. p. 608).

occorrenti ad istituire un simil confronto con utilità, mi è giocoforza di limitarmi su tal proposito all'esposta enumerazione de' fatti più importanti osservati in Toscana, con la speranza che questa possa somministrare de' materiali utili a que' fisici, i quali si occupano particolarmente di simili indagini.

CAPITOLO IV.

Delle varie scosse di terremoto avvenute dopo quella del 14 Agosto; e della qualità e direzione de' movimenti che durante quest'ultima si manifestarono.

Quantunque la scossa avvenuta avanti l'ora prima pomeridiana del 14 Agosto sia stata la più generalmente sentita, com'è a tutti noto non fu la sola, giacchè era stata preceduta da quella del dì 7, e ad essa ne tennero dietro moltissime altre, benchè più piccole, il maggior numero delle quali non agitò che la porzione centrale del paese commosso, ed alcune soltanto propagarono il lor movimento fin entro la zona media. Tali furono certamente quella delle cinque pomeridiane del dì 14, l'altra più gagliarda delle 10 di sera, ambedue sentite anche in *Pisa*, e di là da *Cecina* a *M. Scudajo*, ed a *Guardistallo*: e quella del 20 (alle 7 e m. 10), e l'altra del 27 (9 e m. 50 ant.), le quali non giunsero che fino a *Livorno*; peraltro stando all'asserzione di molti, devesi ritener per certo, che in tutta la rimanente porzione d'Agosto,

ed in specie nella notte, si ripeterono tanto in quest'ultima città, quanto in Pisa, parecchie altre leggerissime scosse. I colli di *M. Scudajo*, *Guardistallo* e *Casale* non furono più agitati dopo il 14 Agosto.

Nello spazio centrale poi, a *Orciano*, *Scutriano*, *Lorenzana*, nei bassi colli di *Castelnuovo*, *Gabbro*, ec. seguitò il suolo a moversi e romoreggiare, più o meno frequentemente e con assai violenza, non solo durante tutta la seconda metà d'Agosto, ma ancora ne' primi tre giorni di Settembre: indi restò tranquillo fino alla mattina del dodici, epoca dopo la quale tanto la *Val di Fine* quanto parte di quella della *Tora* furono a quando a quando turbate da rombe più o meno sensibili, e da scosse (27): ed alcune di queste, benchè debolissimamente, pure si fecer sentire fino a *Livorno* (28).

Quantunque varie delle sopra indicate scosse fossero assai veementi, pure niuna eguagliò di gran lunga quella avvenuta dopo le 12 meridiane del 14 Agosto: e siccome questa fu l'unica che producesse danni apprezzabili, e lasciasse orme di sè nel terreno, così sarà quella di cui principalmente mi occuperò nel corso di questo scritto, come la più adattata a studiarne i fenomeni.

Ho già fatto conoscere in principio l'estensione della Toscana la quale fu agitata dal terremoto del dì 14 Agosto, ed anche ho accennato ove si manifestarono le varie specie di movimento, cioè il moto sussultorio o l'ondulatorio, ed ambedue questi moti riuniti. Voglio adesso parlare più partico-

larmente di ciascuno di essi, e de' fenomeni che ne resultarono. Il solo movimento ondulatorio si è veduto che non ebbe luogo se non che nella zona più lontana dal centro d'azione. Movimento sussultorio soltanto si è manifestato, per quanto molti asseriscono, ad *Orciano* ed a *Scutriano*, in alcune scosse successive a quella del 14; e d'egual natura fu quello che sparse nuova costernazione in *Livorno* alle ore 10 e minuti 10 della mattina del 27 Agosto, e che non si sentì in tutte le parti di quella città, e neppure al Fanale. Peraltro, anche ad *Orciano* ed a *Scutriano*, ove più frequentemente accaddero i soli moti in senso verticale, vi ebbero nel primo terremoto del 14, dopo il forte sussulto, egualmente dei moti ondulatorj, i quali secondo l'asserzione di molti, e secondo quanto si potè giudicare dalle rotture delle fabbriche, non mantenner ovunque la medesima direzione. Sembra probabile vi fossero ancora dei moti orizzontali complicati, e come vorticosi, per causa dei quali alcune porzioni alte di fabbrica, staccate dalla parte sottoposta nel momento del sussulto, dopo si trovarono aver girato sul proprio asse.

Il sussulto non fu in tutti i luoghi, nè della stessa durata, nè della stessa forza. Ad *Orciano*, *Scutriano*, *Lorenzana*, bassi colli di *Castel Nuovo*, del *Gabbro* ec. ebbe tanta veemenza, che nell'istante della scossa tutti sentironsi con gran forza spinti in alto. A *Scutriano* un contadino che riposavasi giacendo sull'erba presso alla sua casa, vidde il pagliajo sollevarsi un braccio circa da terra.

Nella *Villa Della Longa* a *Luciana*, in una stanza terrena, ov' io entrai quando fu aperta per la prima volta dopo la commozione del 14, si trovò che un paravento era escito da' suoi arpioni, e gettato in distanza, ed un letto a canapè era stato sbalzato verso il mezzo della camera, oltre un braccio dal luogo dove prima trovavasi. Mentre la *Villa Fucini* ricevè il terribile urto che la sconquassò, il letto su cui giaceva il Fattore fu in egual modo sbalzato da un posto ad un altro ec. (19). L' istantaneo aprirsi e crollare della massima parte delle fabbriche, accaduto nei sopraindicati paesi, ed in tutte le campagne della *Val di Fine*, prima che fosse avvertita ondulazione alcuna, prova ad evidenza essere stato in que' luoghi il moto di sussulto cagione delle maggiori rovine, e che l' ondulatorio non fece che terminar l'opera di distruzione incominciata dal primo. Altrove poi, come a *Pisa*, a *Livorno*, a *M. Catini*, a *Volterra* ec., cioè a maggior distanza dalla porzione più fortemente commossa, benchè il sussulto producesse la rottura de' muri tanto esterni che interni, e disponesse così allo scompaginamento le fabbriche, pure non diede luogo a diroccamenti; e quel moto ondulatorio, che vivissimo tenne dietro al sussultorio, cagionò i più imponenti danni, specialmente nelle torri, ed altri elevati edifizj.

Si può adunque concludere dall'esposto fin qui, non solo che, com'a tutti è già cognito, nella scossa del 14 ebbevi moto di sussulto e d'ondulazione, ma ancora che nei luoghi ove più potenti furon

gli effetti di quelle commozioni della terra, il moto di sussulto produsse gravi danni agli edifizj; mentre che a distanza maggiore questo moto fu meno nocivo, e i danni più forti li cagionarono le oscillazioni. In quanto all'estensione di paese ove il sussulto si manifestò, ed al vario grado della sua forza, resulta dalle ricerche da me istituite, che mentre, come già ho detto, fu potentissimo in tutta la *Val di Fine*, forte nel paese limitrofo Pisano, Livornese, Volterrano ec., andò diminuendo gradatamente, allontanandosi da tale spazio; dimodochè debolissimo fu a *Massa di Carrara*, a *Pescia*, a *Castel Nuovo di Val di Cecina*, nell'*Isola dell'Elba*, in quella di *Gorgona*: e non si fece sentire nel *Pontremolese*, ne' *Monti Pistojesi*, a *Firenze*, a *Siena*, a *Grosseto*, nell'*Isola del Giglio*, luoghi tutti ove per altro giunse l'ondulazione.

Scendendo ora a parlare particolarmente di quest'ultima specie di movimento, cioè dell'ondulatorio, conviene considerare come si presentasse, quale ne fosse la forza, quale la direzione.

Il determinare la direzione de' movimenti orizzontali sembrandomi fosse cosa molto importante, con ogni cura mi detti a raccogliere le relative notizie: ma non esistendo nel paese stato commosso *Sismometri*, i quali fossero in grado di poter agire, altro mezzo non ebbi per apprezzare il fenomeno, che di far caso delle mie e delle altrui sensazioni, e d'esaminare e giudicare il giusto significato delle tracce più o meno grandi, che quel movimento lasciò, e degli effetti che produsse so-

pra i liquidi, racchiusi in vasi di larga superficie, o sopra i corpi sospesi, o verticalmente sorretti, i quali, in conseguenza della lor situazione, potevano far l'ufficio di Sismometri. Nelle mie ricerche ho usato del primo mezzo con tutta la possibile prudenza: non mi contentai giammai del parere d'un solo, a molti lo richiesi, e prescelsi quello dei più; giammai fui contento della vaga indicazione nominativa della direzione, ma volli mi fosse indicata sulla faccia del luogo, ed allora la determinai con la bussola. Col secondo mezzo, cioè con l'esame delle tracce lasciate sugli edifizj, cercai d'aver conferma de' resultamenti delle prime ricerche; e riguardo a questi diedi in particolar modo importanza all'esposizione de' muri distaccati, e di quelli crepati, o rovinati, agl' indizj dei movimenti de' travi e correnti, nelle loro prese de' muri. Feci poi conto grandissimo degl' indizj che all'ultima delle sopra indicate serie di mezzi si posson referire, come per esempio, il lato da cui eransi versati de' liquidi contenuti in vasi, la direzione delle oscillazioni delle lampade o altri corpi sospesi, la parte da cui trovai rovinati pilastri, ec.

Ciò premesso, venendo al resultamento delle mie indagini sul soggetto in discorso, incomincerò da parlare di quanto notai in *Pisa* ov'io mi trovava. La mattina del 14, alle ore 12 e 53 minuti circa, sentii varie scosse sussultorie poco violenti, ma che rapidamente si succedevano; indi l'ondulatoria vivacissima, diretta quasi dal S. al N.: e fra le due vi ebbe un istante di calma. Io faceva in quel

tempo un bagno in una tinozza di rame, assai elevata da terra; di modo che non solo dal moto del vaso in cui era, quanto da quello dell'acqua nella quale stava immerso, potei forse meglio di altri conoscere la natura delle scosse, e giudicare della direzione delle oscillazioni. Il moto del primo periodo fu mediocremente violento, molto più quello del secondo: ma quest'ultimo non era una semplice oscillazione o movimento di va e vieni, ma un'ondulazione irregolare in più sensi, accompagnata da leggieri inalzamenti ed abbassamenti: nella quale ondulazione, il moto diretto da N. a S. prevaleva sugli altri. Tutti riconobbero la qualità e successione delle scosse nell'ordine che io l'ho indicata; e quantunque i più avesser giudicato la direzione in egual modo di me, pure a qualcuno sembrò diretta da levante a ponente, ad altri da N. O. a S. E. Ma io fui confermato nel mio giudizio dai fatti seguenti: 1.° Dalla direzione tenuta dall'acqua versandosi, in conseguenza delle forti agitazioni del suolo, da alcune conche dell'Orto botanico, sotterrate fino all'orlo. 2.° Dall'acqua in egual modo traboccata, da un catino che stava sul banco dell'anfiteatro del Museo. 3.° Dall'indicazione data da un Sismometro a bagno di mercurio, che aveva montato in mia casa. 4.° Dall'oscillazione di varj oggetti sospesi. 5.° Da quella d'alcuna delle nostre torri. In quanto alla durata di quel terremoto, la determinai alquanti giorni dopo l'avvenimento, misurando il tempo occorrente a percorrere que' tratti di strada, che da varie mie conoscenze seppi essere

stati attraversati, mentre continuava la scossa: e quantunque a molti sembrasse lunghissimo, e ad altri estremamente breve, secondo questo mio esperimento non ebbe che un periodo di venti minuti secondi.

Nella parte settentrionale della pianura *Pisana*, come nei contigui monti, di egual qualità furono le scosse, e la stessa direzione ebbero quelle orizzontali. Presso che eguali fenomeni, quantunque più deboli, in proporzione alla distanza dal centro d'azione, furono osservati nel *Viareggino*, nel piano di *Pietrasanta*, a *Massa di Carrara*, ed in quelle insenature delle *Alpi Apuane* ove la scossa fu a sufficienza sensibile.

In *Livorno* dove le scosse si mostrarono d'una forza un poco maggiore, i più degli abitanti sentirono il sussulto, e le oscillazioni succedersi nell'ordine stesso che a *Pisa*, ma anche colà alcuni giudicarono queste ultime dirette da levante a ponente, altri nel senso contrario, ed altri ancora da S. al N. Con tutto ciò secondo il racconto fattomi dall'ufficiale a cui è affidata la vigilanza del Fanale, cioè dal Capitano Antonio Parenti, attento ed intelligente osservatore, che per la sua stazione nell'alta ed isolata torre, trovavasi in situazione migliore d'ogni altro per giudicare del fenomeno, questo produsse in *Livorno* effetti un poco diversi che a *Pisa*. Esso mi disse, che alle ore 12 e minuti 52, mentre stava in compagnia d'un suo sottoposto nella lanterna che è in cima della torre, sentì una scossa ondulatoria diretta da levante a

ponente, ed accompagnata da rombo, alla quale succedettero varj moti sussultorj, uniti a leggiere oscillazioni da N. a S.; e che in fine si ripeterono molte ondulazioni dall'E. all'O. e viceversa. Queste ultime furono le più forti di tutte le altre, e talmente estese ed impetuose, da gettare a terra il Parenti ed il suo compagno, da fare storcere le grosse intelajature di ferro da cui la lanterna si forma, e spingere per più volte contro la sua armatura l'apparato lenticolare; talchè in questo si ruppe una lente e tre cristalli rossi, come 126 se ne ruppero di quelli della lanterna. Malgrado che la torre fosse così potentemente agitata, in essa non si manifestò nessun rimarchevole spacco, e solo l'intelejatura di ferro della sua sommità è restata un poco piegata verso ponente. Tutti i sopra indicati movimenti seguitarono, secondo lo stesso Parenti, circa 20 secondi.

Lungo il littorale che estendesi al S. E. di *Livorno*, cioè da *Antignano* fino a tutto il piano di *Cecina*, nelle case rurali, nelle ville, e nelle torri di guardia, sentissi in egual modo potente tanto il sussulto, quanto l'oscillazione che a questo succedette; ma l'ultimo movimento, secondo che io ne potei giudicare, fu in direzione un poco diversa nelle diverse località: al *Romito* N. O., in *Rosignano* N. 20° E., nella *Fattoria di Cecina* N. 40° E. Nella breve catena formata dalle colline terziarie, poste verso la foce di *Cecina* dal suo lato sinistro, ogni paese sentì le oscillazioni che succedettero al sussulto, in modo differente. A *M. Scudajo* ebbero la

direzione da N. a S.; a *Guardistallo* da N. 10° O. a S. 10° E.; a *Casale* da N. 20° O. a S. 20° E. Ad *Orciano*, argomentando dai muri restati in piede, e da quelli caduti del cimiterio, direbbesi che la scossa venne da N. O.: lo stesso sembra che fosse alla *Pieve Vecchia di Scutriano*, stantechè le facciate dirute della *Villa Grilli* erano le esposte a N. O., ed a S. E.; mentre per altro la prossima cappella aveva le maggiori rovine a N. 20° E. ed a S. 20° O.: nulla potei rilevare di sicuro dai racconti degli abitanti. A *Castel Nuovo della Misericordia*, al *Gabbro*, e nella *Villa Fucini* si agitò il terreno da N. a S. o viceversa. Sul margine settentrionale del centro d'azione, come per esempio a *Luciana* e *Lorenzana*, notevolissime furono le differenze, giacchè a *Luciana*, come alla *Torretta*, il suolo oscillò fortemente da N. 25° E. a S. 25° O.; ed a *Lorenzana* da O. N. O. ad E. S. E.

Queste sono le indicazioni più certe che ho potuto raccogliere relativamente alla direzione de' moti orizzontali. Ed a queste dettagliate indicazioni io mi limiterò, per non tediare inutilmente i lettori; giacchè esse bastano a parer mio a provare, o la difficoltà che incontrasi ad avere notizie esatte, o l'impossibilità di trovare eguaglianza di resultati, o una qualche concordanza, in queste direzioni. Infatti se sopra una carta geografica della Toscana s'indicheranno anche quelle poche da me adesso accennate, a colpo d'occhio si rileverà qual diversità grande e bizzarria in esse apparisca. Che debba esser difficile il raccogliere dati esatti so-

pra un tal soggetto, sarà agevole il persuadersene riflettendo al numero grande di circostanze, non facilmente determinabili, le quali possono agire su questo fenomeno, e cagionarvi tanta varietà d'effetti, da rendere impossibile di desumerne niuna giusta conseguenza, relativamente alla vera direzione de' movimenti avvenuti nel sottoposto terreno. Così, per esempio, la conformazione del suolo ove stava l'osservatore, o in pianura, o in una collina; la configurazione delle colline stesse, o a cupola, o in lungo cuneo: la direzione del crinale di queste ultime; la costituzione geologica dei poggi medesimi, o composti di rocce omogenee o di natura diversa, o in strati verticali, o in orizzontali ec., non vi ha dubbio che sieno altrettante circostanze, le quali devono produrre delle non piccole differenze nella direzione de' moti, specialmente ondulatorj. Oltre a ciò molte altre circostanze vi sono, che impediscono agli osservatori di giudicar rettamente. Il mezzo più semplice, e perciò quello mediante il quale desumesi per ordinario non solo la qualità, ma ancora la direzione delle scosse, consiste nel giudizio stabilito dagli abitanti dei paesi percossi, a seconda delle sensazioni da loro provate. Ma la breve durata di tali movimenti della terra, la preoccupazione d'animo da cui ognuno è più o meno commosso al loro arrivare; sono due circostanze, che rendono d'ordinario difficile, e spesso anche impossibile, di formarsi una giusta idea della direzione dei movimenti.

In conseguenza di tutte queste considerazioni,

anzi che continuare ad esporre i resultamenti delle ricerche da me fatte sul presente soggetto, terminerò di parlarne, esponendo le poche seguenti conclusioni. 1.° Come nella *Val della Fine*, e nelle altre parti dello spazio centrale d'azione, il moto orizzontale, in luoghi poco fra loro distanti, mostrò direzioni più variate che nelle altre parti della superficie del paese commosso. 2.° Come fuora del perimetro centrale d'azione, il movimento ondulatorio ebbe maggior costanza: dimodochè dal lato settentrionale dell'Arno, lungo il mare si diresse generalmente dal N. al S. o da N. 10° O. a S. 10° E.: nel *Pistojese*, nel *Mugello*, nel *Fiorentino* da N. E. a S. O., e nel *Volterrano* da E. a O.

Un' altra importante serie d' indagini restaci a fare, a riguardo de' movimenti ondulatorj fin qui esaminati; restaci cioè da ricercare se questi sono stati puri movimenti di vai e vieni, ovvero se complicaronsi con altri moti; e restaci da esaminare la maniera con la quale essi si propagarono; e ciò non solo per conoscer bene il modo col quale essenzialmente si agitò la superficie della terra, quant'anche per facilitare le ricerche che potremo fare a suo luogo relativamente alla loro provenienza. Ho di già accennato come in Pisa, dopo que' moti sussultorj, che i primi apparvero mediocri, e quasi vibranti, le ondulazioni le quali tennero lor dietro, furono accompagnate anche da leggiero sussulto; dimodochè mentre sentivasi il suolo, o il piano della casa ondulare irregolarmente, sentivasi ancora un successivo alzarsi ed

abbassarsi: per la qual cosa moltissimi dissero che in quell'istante a loro sembrava d'essere sul ponte d'un bastimento, agitato da mare grosso. In conseguenza di che, quel moto il quale in Pisa tenne dietro al sussulto, non fu una semplice oscillazione, ma un complicato movimento di oscillazione e di sussulto. E questo concorderebbe con quanto raccontano d'aver veduto persone, le quali trovavansi in quel terribil momento in luogo da poter osservare una vasta estensione di paese, se per altro non furono illuse dal movimento prodottosi negli alberi e nelle erbe, in conseguenza del passeggiero ma impetuoso vento, che in quell'istante si manifestò. Alcuni contadini i quali erano sulla falda del monte di *Rosignano*, ed avevan sott'occhio l'amenissimo e fertile piano di *Vada*, dissero che a loro comparve la superficie della terra come agitata da un'ondulazione simile a quella del mare: lo stesso hanno raccontato alcuni, che vedevano dall'alto la *Val di Serchio*. Ed un fenomeno consimile asserisce d'avere osservato la sorella del Ministro della R. Fattoria di *Cecina*, nel pavimento di una lunghissima galleria di quella fabbrica (13).

Argomentando adunque sopra le precedenti osservazioni, direbbesi che l'urto produttore del terremoto, comunicandosi alla superficie della terra, avesse originato in questa una successione di onde, le quali propagandosi, non solo diedero luogo a muovimenti orizzontali, ma ancora ad alternativi e leggieri sollevamenti ed abbassamenti, presso a poco come accade alla superficie di una massa d'acqua, attorno al punto ove è stata urtata.

Ma vi sono altri fatti, i quali provano anche maggiormente la produzione di vere onde alla superficie del suolo agitato dal terremoto. Ho detto di sopra che la *Torre del Fanale* di Livorno oscillò in tal modo nel momento della scossa, da far cadere le persone le quali trovavansi alla sua sommità, e da far torcere la forte intelajatura di ferro che sorregge i cristalli della lanterna. Il *Campanile* della Primaziale Pisana fu egualmente tanto agitato, che una delle sue campane battè un tocco, e che raccapricciate restarono alcune persone, le quali in quel momento osservandolo dalla piazza, ne giudicarono imminente la rovina. Ora tali fortissime ondulazioni non possono esser avvenute in ciascuna di quelle torri, che in due modi, cioè: o dall'incurvarsi in avanti ed in dietro di tutto il loro corpo, in conseguenza del rapido movimento orizzontale di vai e vieni, prodottosi nel terreno, come s'incurva un albero agitato dal vento; oppure dal loro inclinarsi, da un lato e dall'altro, senza che subissero niuna flessione, e ciò in conseguenza di un moto d'altalena, manifestatosi nel terreno su cui stanno impiantate, appunto come oscillano gli alberi d'una nave all'ancora, per i movimenti che il corpo della medesima riceve dalle ondate dell'acqua su cui riposa. Ciò premesso, supponendo che le oscillazioni delle due nominate torri si fossero effettuate per il loro incurvarsi, ed in conseguenza dei rapidi movimenti orizzontali del suolo su cui stanno impiantate, siccome la loro massa è essenzialmente

inflessibile e rigida, l'osservato fenomeno non si sarebbe potuto produrre, che in grazia di una numerosa serie di rotture formatesi nella loro lunghezza, o almeno sarebbesi dovuto trovar distaccata la loro base dal fondamento, o questo dal circonvicino terreno. Ma non essendo comparsa niuna rottura notevole nel loro corpo, nè alcuna crepa essendosi trovata fra la base del Campanile di Pisa e la larga platea su cui è impiantato, nè fra l'ampio zoccolo del Fanal di Livorno, e l'esteso banco di tufo da cui è sostenuto, così a me sembra dimostrato, che non hanno avuto luogo moti prodotti da flessioni, o da crepature, e che per ciò le oscillazioni presentate da quelli elevati edifizj furono conseguenza del moto d'altalena prodottosi nel piano ove stanno posati; cioè, per la Torre del Fanale, nell'esteso banco di tufo che la sostiene, e per la Torre di Pisa nella sua fondazione: moto il quale devesi esser ripetuto altrettante volte quante furono le oscillazioni che in quel tempo ebbero luogo. Ora non potendosi d'altronde ammettere, che la platea del Campanile pisano, e molto meno il banco su cui sta il Fanale, acquistassero l'indicata specie di movimento, senza che questo a loro non fosse comunicato dal sottoposto terreno, così da quanto ho detto resta a mio credere dimostrato, come nel tempo del terremoto del 14 Agosto si produssero nel nostro suolo delle vere onde, simili a quelle del mare. E quantunque la compattezza e durezza da noi attribuita alla terra, possa essere a prima vista d'ostacolo a

farci concepire la possibilità di un simil movimento, che siamo abituati a considerar come proprio soltanto dei liquidi, tal difficoltà diminuisce notevolmente quando si rifletta: in primo luogo, che immenso dovette essere quell'urto che fu capace di muovere nel 14 Agosto tutta la *Val della Fine*, gran parte del *Pisano*, *Volterrano* e *Livornese*: e secondariamente, che la terra e specialmente quella delle pianure, è in realtà più elastica e flessibile di quanto a prima vista apparisce, come lo provano i fremiti che vi si manifestano allorquando è percorsa dai treni delle vie ferrate, le commozioni che vi si producono allorquando sopra di essa cadono o de' massi, o delle porzioni di edifizj, ed i cedimenti a cui quasi costantemente van soggette le nuove ed elevate fabbriche.

Ammettendo le sopra indicate onde terrestri, le quali sono in qualche modo ammesse anche dall' Humboldt, è agevole il comprendere come allorquando nella loro progressione esse incontrano delle muraglie, poste nel senso medesimo nel quale si avanzano (ossia normalmente all'ondata), debbono tali muraglie, in conseguenza del sollevamento prodotto nel suolo dal passaggio dell'onda, rompersi in uno o più punti della loro estensione con spacchi verticali, i quali mentre si aprono quando l'ondata trapassa, si richiudono l'istante consecutivo. E tali spacchi, che sempre son più larghi in alto che in basso, saran poi ancora più o meno ampli, a seconda del maggiore o minore sviluppo che l'onda avrà acquistato, proporzionata-

mente al grado della forza loro generatrice, come a seconda della maggiore o minor distanza dal punto d'impulsione ec. In tal modo noi abbiamo adunque una facile e soddisfacente spiegazione de' più sorprendenti e spaventosi fenomeni che quasi sempre si manifestano negli edifizj in occasione de' violenti terremoti, e che sonosi presentati ancora in quello del 14 Agosto; cioè dell'aprirsi e consecutivo quasi instantaneo riserrarsi, di spacchi verticali nelle muraglie, negli archi, nelle volte ec., spacchi di tal larghezza da lasciar passare non solo la luce, ma ancora da permettere la chiara visione degli oggetti che si trovavano dal lato opposto. Con questa medesima teoria si dà egualmente ragione dell'aprirsi o richiudersi, tanto de' semplici spacchi del suolo, apparsi anche in Agosto nelle nostre colline, quanto di quelle ampie e pericolose crepacce, che nella terra si formarono all'istante delle gagliarde scosse di terremoti, e delle quali trovasi sovente fatta menzione nella storia; essendo agevole il comprendere, come colà ove l'onda motrice non percorre superficiale, ma profonda nel terreno, la massa di questo che le è soprapposta deve, in alcune particolari circostanze, rompersi ed aprirsi in più luoghi, appunto nel modo stesso, e per le stesse cause, per cui si apre la muraglia al di sopra della terra, nella quale trascorre l'ondulazione.

Avanti di terminare questo capitolo debbo far menzione di un'altra particolarità che mi è sembrato osservare ne' movimenti orizzontali prodotti

dalla prima scossa del 14 Agosto. Parlando in principio di quelli da me allora sentiti, ho detto d'avere in essi distinto irregolarità: con ciò non volli indicare che il moto fosse più o meno celere, bensì che aveva direzioni diverse; giacchè mentre sentivami strascinato d'avanti in dietro, sentivami pure mosso un poco da destra a sinistra. Queste strane complicanze di movimenti sembra si manifestassero non solo in *Pisa*, ma ancora nella città di *Pietrasanta*, come lo proverebbe la momentanea tortuosità comparsa in una delle sue principali strade, mentre le case oscillavano; fatto che m'asserì di avere chiaramente riconosciuto il sig. Leopoldo Finali (14), e che sarebbe analogo a quello osservato nel terremoto di *Caracas* del 1812, nel quale le scosse dirette da N. a S. alternarono con quelle da O. ad E.

CAPITOLO V.

Romori che accompagnarono i terremoti.

Al certo quel che più spaventa ed atterrisce nel terremoto, si è il sentir ad un tratto divenuta non solo oscillante, ma anche mobile, quasi fosse animata, quella terra la quale siamo abituati a riguardare come affatto inerte, come incapace di qualunque cambiamento di situazione, e dall'immobilità della quale sappiamo che non solo dipende la sicurezza delle nostre abitazioni, ma ancora la nostra forza, e può dirsi la nostra esistenza. Per

altro non poco contribuisce ad accrescere il terrore, il cupo rombo che attraversa l'aria e quella voce stridula e fremente, quella specie di soffocato lamento prodotto dai muri che si spaccano, dai soffitti e da' solaj che si sconnettono, da' travi che escono dalle loro prese. Quest' ultimo frastuono di cigolìo fu l'unico ch'io sentii la mattina del 14 Agosto, nella stanza ove dal terremoto fui sorpreso: parvemi spaventoso, ma certamente esso fu un nulla, in confronto di quello che udir si dovè nei paesi ove le muraglie crollavano, le volte ed i palchi sprofondavano, e dove alle rovine s'accompagnava il grido de' morenti, e le voci di quelli che rimanevan coperti dalle macerie. Per altro non di questi fragori dobbiamo occuparci, giacchè essi non sono che l'effetto del terremoto sulle fragili abitazioni dell'uomo: bensì de' romori che per primi ho accennato, cioè delle terribili voci di questo flagello naturale; voci che tanto più forti si sentono, quanto più ci ritroviamo prossimi al luogo ove con maggior impeto si manifesta. Di due qualità son queste voci, o romori; l'una che più generalmente si ode, e dicesi rombo; l'altra la quale non si sente che ove la causa recondita della commozione terrestre è più prossima, e questa consiste in cupi romori, e detonazioni sotterranee.

Fu specialmente nella *Val della Fine* che si sentirono i romori sotterranei: altrove non vi ebbero che rombi, i quali apparivano più o meno forti, secondo che s'udivano in paesi più o meno distanti dall'indicata valle.

Ad *Orciano* e sue vicinanze variati furono i romori che si fecer sentire (15). Nel primo terremoto del 14, solo quelli che erano fuora delle abitazioni sentirono i romori da cui fu accompagnata la scossa; imperocchè coloro i quali si trovavano nelle case, o molto prossimi ad esse non l'udirono, probabilmente per essersi confusi col fracasso del rovinìo de' fabbricati. Per quanto adunque potei sapere da chi trovavasi alla campagna, ebbevi colà un terribile sotterraneo fracasso, che incominciò l'istante avanti del terremoto: da primo fu un romore cupo ed incerto: indi nel momento della scossa rassomigliò ad un'esplosione di un gran numero di mortaletti, al cessar della quale ebbevi una detonazione più forte e cupa, simile a quella d'un cannone: ed a questa susseguì il rombo, che rinforzando terminò con uno strepito sotterraneo, analogo a quello che producono numerosi carri, essendo strascinati rapidamente sopra un selciato.

A *Castel Nuovo* fu udito un gran romore confuso con rombo, simile all'esplosione del cannone, proveniente in apparenza dalla parte del *Gabbro*.

Nè a *Lorenzana*, nè a *Monte Scudajo*, *Guardistallo*, ec. le esplosioni sotterranee si sentirono, ma soltanto il rombo.

Dopo la prima scossa del 14 il territorio d'*Orciano* e *Scutriano*, i bassi colli del *Gabbro*, *Castel Nuovo della Misericordia*, insomma tutto il paese che forma la parte bassa della *Val della Fine*, non restò nè tranquillo, nè silenzioso fino all'8 di Settembre. Di quando in quando, come già ho det-

to, la terra si agitava verticalmente, o orizzontalmente, ed i romori sotterranei più o meno cupi e profondi si succedevano, da prima ad intervalli di quindici minuti circa, infine a maggior distanza. Tenendo l'orecchio appoggiato sul suolo conoscevasi sempre la loro provenienza sotterranea, ancor quando a chi stava in piedi non apparivano che rombi lontani, simili a lontani colpi di cannone. Alcune volte questi rombi udivansi nei colli al S. d'*Orciano*, frequentemente nei monti di *Castel Nuovo*, o del *Gabbro*. A *Castel Nuovo* fui assicurato che i romori continuarono dal 14 fino al 28 Agosto; che per il solito incominciavano a farsi sentire fra le ore 4 ½ pom. e le 5, e continuavano più o meno avanti nella notte, ed anche fino alle 11, succedendosi con l'intervallo di dieci, o quindici minuti primi. Rassomigliavano a lontane cannonate, ed ordinariamente sembrava provenissero dalla parte di *Rosignano* (dal S. S. O.), qualche volta da quella del *Gabbro* (da N.). Il 28 Agosto il primo rombo si fece sentire al mezzogiorno, e fu seguìto da scossa: indi fino alle dieci di notte, continuamente si succedettero nuovi rombi e nuove scosse, alla solita distanza le une dalle altre. L'Ingegnere sig. Adolfo Wertemberg, alla cui gentilezza principalmente debbo le particolarità qui referite, dissemi che avendo in quel giorno appoggiato l'orecchio alla terra, conobbe distintamente che da questa si partivano que' romori, i quali, stando in piedi, sembravano provenir da lontano.

Nelle ricerche da me istituite sulla direzione, o provenienza dei rombi, mi sono accertato che non presentarono alcuna costanza. A *Lorenzana* gli udirono dalla parte di levante, ad *Orciano* verso mezzogiorno, a *Scutriano* dal lato di maestro, mentre in tutti quei luoghi ove aperto restava l'orizzonte dal lato del mare, sempre li sentiron venire da ponente. Adunque, secondo il mio modo di pensare, queste varie direzioni o non dipesero che da echi, o altre illusioni acustiche, o (e ciò più probabilmente) dalla conducibilità maggiore o minore per le onde sonore, delle masse che stavano in cospetto de' varj abitanti.

A *Orciano,* ed a *Scutriano* il rapporto fra la scossa ed il rombo, relativamente alla loro comparsa, non fu sempre lo stesso; alcune volte, come accadde nella prima scossa del 14, furono contemporanei; altre volte la scossa precedè il rombo, ed altre poi fu il contrario. Nelle *Parrane,* alla *Torretta,* a *Lorenzana,* nelle *Contee,* e nel *Volterrano* il rombo consistè ordinariamente in una lontana e sorda detonazione, accompagnata qualche volta da cupo e prolungato sibilo.

Forte fu il rombo in *Livorno,* nel terremoto del 14 Agosto; e secondo il racconto di molti terminò con un fracasso stridulo, analogo a quello che producono i fasci di verghe di ferro nel cadere sul terreno; l'istante avanti della scossa il Fanalajo sentì nell'aria un generale, ma poco distinto romore. In *Pisa,* ed in tutta la sua pianura settentrionale, come in quella marittima *Lucchese,* e *Pietra-*

santina, fu un fragore cupo di vento burrascoso, come un soffio romoroso lontano, senza peraltro che si distinguesse esplosione alcuna; ed io mi penso, essersi in quelle parti da più persone confuso col rombo il repentino sussurrare delle frondi agitate dal terremoto, e dal vento conseguenza di questo.

Non ho notizia delle sensazioni provate dai cavatori che trovavansi entro le miniere prossime alla *Val della Fine*, come in quella della *Castellina*, e di *M. Vaso*; ma relativamente a quella di *M. Catini*, situata a distanza maggiore, sembra che il rombo apparisse presso a poco della stessa intensità, tanto nell'interno della miniera, quanto all'esterno. Per altro alcuni che nell'istante del terremoto stavano presso la bocca d'uno dei principali pozzi, dichiararono d'aver udito sorger di là entro un orribil romore, il quale fece loro supporre vi fosse accaduta un'altra esplosione di gas, come quella del 27 Aprile.

Nel *Pontremolese*, *Fivizzanese*, *Mugello* ec., là dove il terremoto fece sentire la sua azione più debole, ma per quanto sempre assai distintamente, non fu udito alcun rombo.

I minatori delle *Alpi Apuane*, tanto quelli delle miniere del Mercurio di *Levigliani*, quanto i cavatori di marmo che lavoravano entro la profonda *Grotta del Simi*, benchè si avvedessero della scossa, pure non udirono niun sotterraneo romore.

Il mare ancora comunicò i suoni che producevansi entro la terra, di cui bagna le sponde. Già

ho parlato in principio di que' romori sordi ed incerti, che partivano dal mare prossimo al Fanale, antecedentemente alla scossa; questi si rinnovarono nel momento che accadde, e d'allora in poi si ripeterono frequentissimamente, fino al 2 Settembre: dopo la qual' epoca ebbevi calma sino al 12 di quello stesso mese, indi a quando a quando si son fatti sentire, tanto in Ottobre come in Novembre, spesso essendo forieri di leggiere scosse e di rombi. Tali romori furono uditi e descritti nei rapporti del Fanalajo Capitano Parenti ([28]), e furon sentiti ancora nella mattina del 14 Agosto, da chi trovavasi in mare fra *Livorno* e *Gorgona*, alla distanza di 15 miglia dalla nominata città, come avrò occasione d'indicare più estesamente in appresso.

Esposte così le più importanti osservazioni, che a mia notizia sono state fatte ultimamente in Toscana, sopra i fenomeni di suono prodottisi durante i terremoti, riassumendo, secondo il mio costume, quanto di generale possiamo arguirne, dirò:

1.° Che gli ultimi terremoti della Toscana furono accompagnati da' soliti romori proprj a tali commozioni, alcuni dei quali udivansi nell'aria, altri entro la terra.

2.° Che romori sotterranei si udirono chiaramente soltanto nel luogo della principale azione, e che erano di due qualità, cioè fortissimi fremiti romorosi simili a quelli prodotti dal correr dei carri sui lastricati, ed esplosioni sotterranee.

3.° Che questi romori sotterranei qualche

volta furono contemporanei alla scossa, raramente la seguirono, per il solito la precederono.

4.° Che ne' giorni consecutivi alla forte scossa del 14 Agosto, le esplosioni sotterranee si ripeterono periodicamente presso a poco nelle medesime ore, e con intervalli quasi eguali.

5.° Che i romori nell'aria furono essi pure di due qualità, vale a dire rimbombi d'esplosioni lontane, ed i così detti rombi, cioè soffi romorosi e cupi, i quali sembrano scorrer per l'atmosfera.

6.° Che il rombo, e le detonazioni sentite nell'aria, non si udirono nei varj paesi, dalla medesima parte dell'orizzonte.

7.° Che al di fuora del perimetro della maggiore azione si udirono i soli rombi, e mai le detonazioni nè nell'aria, nè nella terra.

8.° Che al margine dello spazio di paese commosso, nemmeno i rombi furono sentiti.

9.° E finalmente che ancora dal mare partirono romori cupi, e sotterranei.

CAPITOLO VI.

Effetti sul suolo, sulle sorgenti, sopra i soffioni ec.

Allorquando la scossa maggiore, cioè quella del 14 Agosto, commosse tanto fortemente il nostro paese, in alcuni luoghi non solamente l'azione sua si manifestò con i movimenti, ma ancora con amplie fenditure, e con la comparsa di varie polle, le quali prima non esistevano. Presso la foce

della *Fine*, sulla sua sponda diritta, si formò uno spacco lungo un cento di braccia circa, diretto da N. O. a S. E., che pochi giorni dopo scomparve, come scomparvero più o meno sollecitamente tutte le altre aperture dello stesso genere, che in quest'epoca si produssero. Sulla sponda della *Cecina*, fra *Riparbella* e *M. Scudajo*, si videro ancora numerose fenditure, ma assai più corte di quella della *Fine*, quasi parallele fra loro, e più ristrette, nella direzione presso a poco da scirocco a grecale. A *Guardistallo* aprissi il terreno dal lato settentrionale del paese, con una lunghissima crepa la quale andava dal N. al S.: siccome peraltro tal divisione di terreno formossi dalla parte più precipitosa del poggio, sembra probabile avesse origine da un qualche scoscendimento del suo fianco orientale. Ancora entro la *Fortezza di Volterra*, e precisamente nella così detta *Corte de' pozzi*, si aprì nel suolo uno spacco, il quale dicono che in principio fosse largo circa un braccio; ma quando fu visitato dall'Ingegnere era già diminuito di due terzi.

In altri luoghi dalle crepature formatesi nel suolo scaturì, come ho detto, dell'acqua la quale seguitò a fluire per più giorni. Tutti ormai conoscono le polle comparse nei campi del ristretto piano per cui scorre la *Tora*, fra *Luciana* e *Lorenzana*, e quella comparsa sotto *Orciatico*: le acque delle quali furon analizzate dal sig. Prof. Passerini di Pisa (17). Io visitai quelle del pian della *Tora* dieci giorni dopo la loro comparsa, e già alcune avevan cessato di

gettare, le altre erano assai meno abbondanti: l'acqua d'una sola di queste aveva odore deciso di gas idrogene solfurato o solfido idrico, ed era quest'odore sì forte, che sentivasi anche alla distanza di otto o dieci braccia dalla scaturigine: e l'acqua stessa da me raccolta nel centro del getto della polla, la trovai dotata di quel sapore dolciastro spiacevole, proprio alle acque solfuree. Quella delle altre sorgenti era quasi insipida, o leggerissimamente salato-ferruginosa. Le aperture delle polle stavan disposte, con poca regolarità, in linea pressochè parallela al corso della *Tora*, cioè nella direzione da N. O. a S. E. Le acque delle dette polle nello sgorgare strascinarono seco loro un'arena per la massima parte quarzosa, di color cinereo-glauco, che depositandosi adagio adagio attorno a quei piccoli fori, cuoprì un'assai estesa superficie di terreno: ed attorno ad una di quelle che di già più non fluivano, tanta se ne era ammassata, che formava un dilatatissimo cumulo nel mezzo, elevato circa due terzi di braccio.

Molte nuove polle si aprirono anche sul fianco de'colli: così ne apparve una di acqua potabile assai buona, fra il *Gabbro* e la *Villa Fucini*, la quale continuava a gettare ancora il 7 d'Ottobre. E dalle ripe mattajonose del letto de' torrenti le acque gemicavano, o fluivano con tanta abbondanza, che i botri dello spazio maggiormente commosso, i quali sono incassati nel terreno marnoso, mentre erano perfettamente asciutti ne' giorni precedenti alla scossa, correvano assai velocemente

dopo di questa: tali furono la *Sanguigna*, il *Botro alle Lastre*, la *Fine*, la *Morra*, la *Tora*, la *Lupicaja* ec. Mi fu detto che in alcuni degl' indicati torrenti, come nella *Tora*, le acque eransi intorbidate anche prima del giorno 14 Agosto.

Nei pozzi del *Pisano*, al momento del terremoto le acque si agitarono, e si veddero sviluppare delle bolle d'aria dal loro fondo. Nella pianura di *Cisanello*, in prossimità di *Pisa*, un pozzo che era stato vuotato nella stessa mattina del 14, fu quasi istantaneamente ripieno d'acqua, poco avanti che si sentisse la scossa.

Un fatto interessante, osservato durante gli ultimi terremoti, si è la niuna influenza da essi esercitata sulle sorgenti termali, e sopra i *Soffioni* o *Lagoni*, dai quali s' ottiene l'Acido borico. Questi ultimi non solo non presentarono alcun fenomeno straordinario, ma nemmeno nessun cambiamento notabile nella quantità dei vapori, che dalle loro aperture di continuo scaturisce, nè nella dose d'acido borico in questi contenuto.

Neppure le sorgenti minerali, o potabili, dieder come ho detto segno di risentirsi delli straordinarj fenomeni, che allora succedevano entro la terra, altrimenti che gettando una maggiore o minore quantità d'acqua, o intorbidandosi in debol modo, se provenivano da terreni argillosi. Tal fenomeno, relativamente alle acque minerali, fu osservato in quelle dei *Bagni di Casciana*, che sorgono di mezzo ad un terreno terziario. Le scaturigini di tali acque si aprono al fondo di una gran vasca, ove queste

si raccolgono: pochi secondi prima delle scosse, vedevasi inalzare da ciascuna polla un getto lattiginoso, il quale non solo giungeva fino al livello dell'acqua della vasca, ma anche un poco lo sorpassava: di modo che stando attenti alla comparsa di simili getti, eravi da predire l'arrivo delle scosse. La temperatura di dette acque non si alterò.

Nè le acque termali dei *Bagni di S. Giuliano*, nè quelle dei *Bagni di Lucca*, le quali scaturiscono di mezzo ai terreni secondarj, perderono nulla della loro limpidità: e non presentarono nemmeno niun cambiamento circa alla temperatura, o circa alla loro composizione. Lo stesso fu per quelle dei *Bagni di Monte Catini di Val di Nievole*.

Le sorgenti di acque potabili mostrarono fenomeni quasi identici. Quelle provenienti dalle rocce secondarie, e dalle plutoniche, o furono indifferenti alla commozione terrestre, o poco ne risentirono. La *Fonte di Ligia*, e le polle che si versano entro i pozzi e gallerie della miniera di *M. Catini* intorbidarono, e furono per diverse ore dopo la scossa più abbondanti. Quelle di *Libbiano* e *Serrazzano* nelle vicinanze di *Volterra*, e le *Fonti di Rio* nell'*Isola dell'Elba*, le quali sgorgano da masse serpentinose, non soffrirono niun cambiamento.

Le fonti poi del *Volterrano*, le quali scaturiscono dai terreni terziarj, come quelle prossime alla detta città, quella di *Doccia*, fra *Pomarance* e la *Possera* ec., s'intorbidarono tutte: lo stesso fu osservato a riguardo di quelle delle *Colline Pisane*. Quella di *Castel Nuovo della Misericordia* raddoppiò il

suo volume, ed anche il 7 Ottobre mantenevasi nella stessa abbondanza; mentre, al contrario, la fonte di *Pomarance* cessò per un poco di gettare.

Considerando adesso gli esposti avvenimenti, devesene a parer mio dedurre, che allorquando accadde la commozione del terreno, questo non solo in varj luoghi si ruppe, o in conseguenza dell'urto diseguale, e della sua mancata flessibilità, o per effetto di frane o lavine; ma ancora che le acque sotterranee contenute nelli strati permeabili, che frapposti sono agli impermeabili, nell'essere in alcuni luoghi fortissimamente premute, a causa del modo diseguale con cui l'impulsione propagavasi nel terreno, facendosi strada per qualcuna delle fenditure allora formatesi, scaturirono alla superficie del suolo, e diedero origine a quelle polle, che continuarono a fluire fino a quando non fu sgorgata tutta l'acqua troppo compressa. Circa poi al niun cambiamento presentato dalle sorgenti minerali, e dai *Lagoni* o *Soffioni* d'Acido borico, ritengo esser questo un fatto importante, giacchè prova l'indipendenza che esiste fra le cause de' terremoti, e quelle delle nominate emanazioni telluriche. Imperocchè se, come da molti supponesi, le sorgenti minerali, i soffioni ed i terremoti fossero effetti provenienti tutti da una medesima causa, quantunque fra loro di natura diversa, cioè le sorgenti ed i soffioni, effetti chimici permanenti, i terremoti effetti dinamici temporarj; sarebbe molto difficile ad intendere, come allorquando, per qualche particolar circo-

stanza, la supposta causa acquista tanta maggiore attività, da manifestare ancora gl' indicati effetti dinamici temporarj, ed in modo talmente energico da agitare un'estesa superficie di terreno, non dovessero gli effetti chimici permanenti presentare alcun cambiamento. Per la qual cosa provandosi dagli esposti fatti l'indipendenza de' due fenomeni, confermasi l'idea da me sempre vagheggiata, cioè che nè le sorgenti minerali, nè i soffioni debbano riporsi fra quei generali fenomeni che propriamente diconsi volcanici, ma si abbiano piuttosto a considerare come fenomeni locali, dipendenti forse da azioni elettro-chimiche, le quali han luogo entro le viscere della terra, specialmente in conseguenza del contatto, o della prossimità di grandi masse di rocce di natura diversa, e dalle particolari circostanze nelle quali tali masse si trovano situate, come il grado di calore, l'umidità ec.; ipotesi che può ancora appoggiarsi al fatto ben cognito dell' esistenza delle varie sorgenti d'acque minerali di una medesima specie, in prossimità d'analoghe rocce. Ma lasciando simili indagini, delle quali questo non è il luogo, e tornando all'indipendenza delle sorgenti minerali dai terremoti, noterò provarsi anco tale indipendenza, dal non essere accaduto generalmente niun cambiamento nella loro situazione, neppure dopo moltiplici, e violenti scosse: fatto del quale riporta l'Humboldt un grandioso esempio, allorquando nel suo *Cosmos* parla delle sorgenti della Grecia (14).

CAPITOLO VII.

Fenomeni presentati dal mare, e dai paduli.

Quantunque per seguire l'ordine che sonomi prefisso in questo scritto, abbia già dato un cenno dell'avvenuto nel nostro mare antecedentemente all'epoca del 14, pure sembrandomi i fenomeni da questo presentati di grande importanza per il soggetto delle attuali ricerche, credo ben fatto d'esporre qui riunite e più dettagliate, le osservazioni tutte relative al medesimo: incomincerò dal riportare l'estratto delle relazioni rimessemi dal sig. Capitano Parenti, riguardanti i dintorni del *Fanale di Livorno*.

Alle 12 del dì 11 Agosto, le acque del mare prossimo al *Fanale* alzavansi ed abbassavansi considerevolmente, e quasi in modo istantaneo, intorbidandosi ancora ove il loro fondo era motoso o d'aliga; e l'inalzamento fu tale ancora dal lato opposto del porto, che molte persone le quali erano a bagnarsi, si spaventarono in modo da fuggire, temendo di restar sommerse: il movimento durò per circa due minuti, e l'inalzamento dell'acqua fu calcolato maggiore d'un braccio. Allorquando per lo spirare d'un qualche vento, le acque increspavansi, ed in piccole onde andavano a percuotere li scogli dai quali è circondato l'imbasamento della torre del Fanale, producevano un cupo romore, che, servendomi dell'espressione

usata dal Capitano Parenti, sembrava quasi l'effetto d'un vuoto sotterraneo. Il mare era per se stesso romoroso, in specie nel suo alzarsi, ed abbassarsi, e durante quelli irregolari movimenti che in esso osservavansi. Le variazioni di livello, ed i romori sotterranei crebbero talmente la mattina del 14 Agosto alle ore 10 ½, da far credere prossima una qualche bufera, tanto più che l'orizzonte a ponente era verdastro fosco, e l'aria affannosa, e quasi irrespirabile. Alle 12 e 52 minuti sopraggiunse la scossa nel modo addietro descritto, e nel tempo della sua durata il mare si sollevò da più d'un braccio nei dintorni della *Torre del Fanale*. Le scosse e i rombi si ripeterono varie volte nei giorni successivi fino al 30 dell'Agosto, ed in questo tempo continuarono ancora a sentirsi romori sotterranei, più o meno distinti. Il 26 il mare presentò un'agitazione più forte, come alzamenti ed abbassamenti, correnti vorticose, e cupi romori, e la mattina del 27 alle 9 e 50 minuti sentissi dal *Fanale* un rombo senza alcun movimento, mentre che in *Livorno* ebbevi forte sussulto. Il 3 di Settembre il mare aveva ripreso l'aspetto ordinario, ed il suo regolare alzarsi ed abbassarsi: ma il 12 ed il 19 dello stesso mese si rinnovarono gl'insoliti movimenti, e di belnuovo si udirono i rombi nelle scogliere. Lo stesso fu nel 4, 11 e 19 Ottobre, ne' quali giorni susseguirono ai descritti fenomeni marini delle leggiere scosse, precedute da rombi. È stato notato che il vento di ponente, più o meno fresco, è quello che regna quando son per manifestarsi le scosse.

Da un rapporto rimessomi dal sig. Capitano Nanni Comandante della guarnigione dell' *Isola di Gorgona,* resulta che nel 27 Agosto non fu sentita in quell'isola nessuna scossa, ma bensì alle ore 10 circa, quando *Livorno* ne era agitato, il mare repentinamente si alzò in modo straordinario sulla costa dell' isola rivolta verso E. N. E. Fu come un' immensa ondata, la quale giunse dalla parte di levante, e che l'istante consecutivo si dissipò.

Nel momento del terremoto del 14 Agosto, varj legni che trovavansi ne' paraggi de' luoghi più fortemente commossi sentirono quel fenomeno già conosciuto, e riportato da molti scrittori, d'un potente e repentino urto nel fondo del naviglio, e tale da far credere ai marinari d'aver dato in una secca, o in uno scoglio. Il Padrone Perenzoni, che trovavasi in faccia a *S. Vincenzo,* andando da *Livorno* a *Portoferrajo,* ed il Vettori che era in mare a circa tre miglia da *M. Nero,* raccontarono un tale avvenimento. Lo stesso accadde ancora a Diego Frascati, padrone della barchetta nominata la Madonna di M. Nero, essendo in mare fra *Gorgona* e *Livorno,* alla distanza di 15 miglia da quest'ultima città. Raccontò il Frascati che poco avanti le ore 12 il mare era in perfetta calma, spirando leggiero vento di ponente: cessò il vento, l'aria divenne caldissima; ed allorquando la sua barca ricevette l'urto, comparve anche agitazione nel mare, la quale peraltro sollecitamente cessò. In quell'istante il Frascati sentì, tanto nell'aria quanto al fondo del mare, un forte rombo. Fu opinione del

medesimo, e della sentinella che era in fazione sulla *Torre Nuova* in *Gorgona*, che quel terremoto venisse dalla parte di *Vada*.

Ancora le acque dei paduli presentarono durante la scossa grande agitazione; quelle del *Lago di Massaciuccoli* fortemente si mossero ed increspa-rono, ed anche s'intorbidarono: mi dicono che altro intorbidamento era avvenuto nei giorni precedenti.

Provano le esposte osservazioni relative al mare, non solo che le acque di questo risentirono l'effetto del movimento del prossimo continente, ma ancora che un movimento di sussulto fu effettuato dal fondo su cui quell'estensione di mare riposa, giacchè altrimenti non si potrebbe intendere come esso fosse stato così in un subito ed impetuosamente sollevato, da produrre urto tale sotto il fondo de' navigli che sosteneva, da far credere ai marinari di quelli, d'aver dato in una secca. Ancora i rombi, o specie di detonazioni summarine, confermano questo pensiero. In quanto poi agli straordinarj movimenti che si manifestarono nel mare precendentemente e durante l'epoca de' terremoti, e che furono del tutto indipendenti dall'azione de' venti, non saprei a qual causa plausibilmente attribuirli. È questo un interessante fenomeno, stato osservato in quasi tutti gli altri terremoti. Il Gentili li descrive parlando de' terremoti avvenuti in *Livorno* nel Gennajo 1742 (a),

(a) *Osservazioni sopra i Terremoti ultimamente accaduti in Livorno*. Firenze 1742.

ed egualmente se ne fa menzione in quelli delle Calabrie del 1783.

CAPITOLO VIII.

Effetti prodotti sugli edifizj, e ricerche sulle cause immediate di questi effetti.

Dopo avere studiati i fenomeni principali che accompagnarono, o precederono gli ultimi terremoti, debbo adesso richiamare particolarmente l'attenzione dell' osservatore sopra gli effetti che essi produssero sulle abitazioni ed altri edifizj, non per descrivere i miserandi casi a cui diedero luogo, ma bensì, considerando quelle costruzioni degli uomini come altrettanti sismometri, per ricercare nell'insieme de' detti effetti, e nella loro peculiar natura, i dati che servir possono a stabilire, non tanto il vario grado di potenza con cui il terremoto manifestossi nei diversi paesi, quanto le circostanze locali le quali resero più o meno dannosi i movimenti da esso prodotti.

Dal quadro generale da me abbozzato in principio degli effetti del terremoto, e da quanto ho detto nel determinare i limiti del paese commosso, si è potuto chiaramente conoscere, che vi fu in Toscana un' estensione di territorio, da noi denominato *spazio centrale,* nel quale quasi ovunque la commozione terrestre ebbe tal potere, da cagionar rovine così grandi e subitanee, che numero non piccolo di persone furono all'estremo fine con-

dotte, o più o meno gravemente colpite: mentre in tutti i terreni limitrofi i danni andarono così notabilmente diminuendo, da mostrare in modo evidente che colà non giunse la prepotente forza devastatrice, o che sivvero da qualche particolare circostanza rimase frenata. Chiamai *zona media* quest'ultima estensione di terreno, e *zona esterna* quella ove non accadde alcun danno, e dove il terremoto non si conobbe che per una leggiera oscillazione. De' fenomeni occorsi nello spazio centrale e nella zona media adesso mi farò a parlare, incominciando bensì dai primi, come i più importanti al nostro oggetto.

Si è detto che la *Valle della Tora,* il lato sinistro della *Val d'Era,* quasi tutto il lato destro della bassa *Val di Cecina,* porzione ancora del sinistro, cioè quello che resta ad occidente della *Sterza di Querceto,* e tutta la *Val di Fine,* occupano per intiero la superficie del paese maggiormente commosso. In questa estensione di terreno si trovano de' monti composti di rocce secondarie e plutoniche, i quali limitano, o separano i diversi bacini occupati dai terreni terziarj, che o si mostrano a nudo configurati in colline, o son nascosti dai pianeggianti strati alluviali. Tre sono le catene di monti comprese nel perimetro accennato, cioè quella da *Livorno* a *Rosignano,* quella dal *Colle Montanino* a *Riparbella,* e l'altra che dal *Castel di Pietra Fitta* va a *M. Catini*. La prima forma il margine o lembo occidentale del bacino in cui principalmente sta racchiusa la *Val di Fine,* come

la seconda ne forma il margine orientale, ed ambedue scorrono quasi direttamente da N. a S.; mentre la terza che va dall'O. all'E., divide le grandi vallate dell'*Era* e della *Cecina*. Esaminando dalla sommità di qualcuna delle indicate montagne, tutta questa estensione di paese, o studiandolo sopra una carta geologica, sulla quale sieno stati indicati i paesi e casolari che il terremoto rovinò e danneggiò maggiormente, il fatto che a prima vista fissa l'attenzione dell'osservatore, come il più apparente e singolare, si è che il paese de' maggiori disastri è appunto quello formato di terreni terziarj; mentre che i fabbricati posti sul terreno secondario (d'*Arenaria macigno*, e *Calcaria alberese*), o sulle rocce plutoniche (*Rocce serpentinose*), come anche varie porzioni di pianure composte dai terreni alluviali, han sofferto danni infinitamente meno gravi, poichè ben pochi furono gli edifizj sopra essi basati che crollassero, quantunque quasi tutti per numerose crepe si fendessero.

Onde rintracciare la causa di questa varietà d'effetti, conviene por mente a tutte le circostanze le quali possono aver cooperato a render maggiore l'azione devastatrice del terremoto, ed esaminando qual parte può ciascuna di esse avere avuta nei danni accaduti, cercare di giungere a stabilire il giusto relativo valore d'ognuna. Tali circostanze, cooperatrici al terremoto per aggravarne i danni, possonsi rintracciare, a parer mio,

1.° Nella natura del suolo sul quale le fabbriche state dirute erano impiantate, cioè se for-

masi di rocce compatte e solide (come le secondarie e le plutoniche, ed anche alcune delle terziarie cementate, quali sono la Panchina, il Tufo, la Calcaria grossolana), oppure disgregabili e sconnesse (come il Mattajone, la Marna sabbiosa, i terreni alluviali).

2.° Nella configurazione del suolo sul quale stanno i fabbricati, cioè se in una pianura, o in collina.

3.° Nello stato di conservazione in cui si trovavano le fabbriche al sopraggiungere della scossa, e nella qualità de' materiali e cementi con cui erano costruite.

Una delle predominanti opinioni che vi ha circa alla causa della differenza osservata negli effetti della scossa, si è che il grave danno sofferto da intieri paesi o da alcune case di altri, debbasi principalmente, se non per intiero, attribuire all'ultima delle indicate circostanze. Di fatto non può da alcuno certamente negarsi, che la cattiva costruzione non abbia contribuito a render maggiori le rovine delle case d'*Orciano*, e dei poderi de' bassi colli mattajonosi della *Val di Fine*, come pure di molte fabbriche di *Lorenzana*, *M. Scudajo*, *Guardistallo*, *Casale*, ec.: stantechè in tutti gl'indicati luoghi, e specialmente ad *Orciano* e sue vicinanze, eravi numero grande di fabbriche costruite con piccoli pezzi di materiali, o con ciottoli, collegati malamente da cementi cattivi per la scarsa calce, e la rena terrosa di cui si componevano; cementi i quali ancora in molti luoghi l'u-

midità aveva guasti, ed il tempo disgregati. Oltre a ciò molte di quelle abitazioni erano architettate senza niuna regola; ove, a modo d'esempio, de' muri posavano in falso, ove le volte e volterrane erano prive della conveniente curva, o non avevano il necessario appoggio, talchè nel momento della generale agitazione cooperarono a distruggere gli equilibri delle spinte, e perciò a facilitare le rovine. Ma siccome in questi medesimi luoghi vedonsi quasi intieramente dirute e chiese, e ville signorili, e case coloniche, fabbriche tutte che erano costruite con adattati materiali e buoni cementi, e composte con le dovute regole dell'arte architettonica, come a *Luciana* la Villa Della Longa, a *Lorenzana* le Villa Serughi e Passerini, ad *Orciano* la chiesa e le case Ceccotti e Bientinesi, alla *Pieve vecchia* di *Scutriano* la Villa Grilli e la cappella, presso il *Gabbro* la Villa Fucini ec., non si può a meno di convenire essere esagerata l'asserzione di quei tali, i quali attribuiscono quasi soltanto alla cattiva edificazione, i gravi danni sofferti da que' miserandi paesi. Dai sostenitori di questa opinione forse si addurrà in appoggio della medesima, un fatto costantemente osservato in occasione degli ultimi disastri, cioè che i tini di muramento, i quali son costruiti con i migliori mattoni, e buonissime calcine, si son trovati perfettamente conservati anche nelle case le più sfracellate. Ma da questo fatto, a parer mio, nulla si può con giustezza arguire, relativamente alla causa dello sconquasso delle fabbriche; imperocchè i tini di muramento

non come fabbriche si debbono considerare, ma come vasi: le *fabbriche* essendo quelle costruzioni formate dalla riunione di moltissimi pezzi, nelle quali la resistenza e la forma delle pareti è dovuta non tanto alla reciproca coesione de' pezzi stessi da cui si formano, quanto alla reciproca lor forza di gravitazione; dimodochè questa forza prendendo parte alla composizione del loro insieme, non può menomamente cambiarsi positura alla fabbrica, senza che la forza stessa non si disturbi, e per conseguenza senza che ne conseguan rovine o danni più o meno grandi nell'edifizio: i *vasi* d'altronde essendo que' recipienti, ne' quali la forza di coesione delle parti da cui si compongono, è tale da vincere qualunque effetto della forza di gravitazione, si può cambiar loro impunemente e situazione e posto, senza che le loro parti si sconnettano. Ora i tini, come diceva, si debbono considerare come vasi, giacchè in loro la forza di coesione de' materiali da cui si formano è appunto come ne' vasi tale, proporzionatamente alle loro dimensioni, da vincere quella di gravitazione delle lor parti; ed in conseguenza qualunque urto ricevano, o qualunque movimento sia loro impulso, anzi che rompersi o sconnettersi, tutte intiere si hanno a muovere, quasi nel modo stesso che far potrebbe una botte, o un tino di legno. Se per altro a questi tini si dessero dimensioni maggiori, e si variassero le proporzioni in modo che la forza di gravitazione vincesse quella di coesione, allora certamente non più come vasi

dovrebbonsi considerare, ma come fabbriche, ed in tal caso la loro integrità verrebbe ad alterarsi ogni qual volta in loro s'effettuassero movimenti, per i quali la gravitazione fosse messa in gioco. Una prova di quanto dico si ha nella *Villa Fucini*, giacchè la numerosa serie di tini che trovasi colà, vedesi divisa in due parti da una fenditura verticale, la quale l'attraversa verso il mezzo della sua lunghezza, mentre in tutti gli altri posti i tini sono intatti: di modo che questa fenditura prova non solo come tutta la serie fu mossa dal sussulto, ma prova di più che il grado di coesione del cemento, da cui que' vasi si compongono, mentre è tale da rendere atto un tino, o al più la riunione di due, a sopportare a guisa de' vasi d'un sol pezzo formati, i movimenti senza disfarsi, questa forza per altro non è sì grande da distrugger gli effetti della gravità in costruzioni simili, ma di lunghezza maggiore.

In conseguenza di tutto ciò, le precedenti osservazioni e considerazioni ci conducono ad arguire, che ancora quando ne' paesi più fortemente agitati dalla scossa del terremoto vi fossero state delle case costruite intieramente con materiali e cementi tanto perfetti, quanto son quelli dai quali si formano i tini, nemmeno queste sarebber restate illese, benchè al certo esse dovessero andar soggette ad un minore sfacelo, che le altre formate nell'ordinario modo. In *Guardistallo*, che fu, come si è detto, uno de' paesi maggiormente danneggiati, osservavasi un fatto il quale dimostrava la verità

della precedente conclusione. Nella parte settentrionale del castello diroccarono varie case, e fralle più malmenate eravene una, la facciata della quale quantunque strapiombasse di circa 25 gradi, pure, in grazia della buona qualità de' materiali e cementi che la componevano, non crollò, e, come se fosse stata formata d'un sol pezzo, restò minacciosamente inclinata sulla contigua strada. Adunque se a quanto si è detto fin qui, relativamente alla prima causa di danno, si aggiunge che in località non lontane da quelle ove trovansi tutte le descritte spaventose rovine, veggonsi fabbriche isolate, e intieri paesi i quali non soffrirono comparativamente che lievi danni, limitandosi questi a semplici crepe, o diroccamenti de' soli edifizj anche per l'innanzi minaccianti, concluderemo esser giocoforza il convenire, che non al modo di costruzione delle fabbriche devesi attribuire la trista sorte di que' paesi restati distrutti, giacchè quantunque la cattiva costruzione possa aver contribuito a rendèr più numerosi e più completi i diroccamenti, con tutto ciò essa non poteva certamente esser la causa della general distruzione, che in quei tali distretti è accaduta.

Prendendo adesso in esame quanto è avvenuto nel perimetro maggiormente devastato, riguardo alla seconda delle sopra indicate circostanze, cioè all'influenza della configurazione del suolo sulla rovina, o sulla conservazione degli edifizj, noi vediamo che nella parte centrale di questo perimetro, e specialmente in quella formata di terreni terziarj,

come nella *Val di Fine*, e *Salvalano*, non solo le case situate sui colli, ma ancora molte di quelle poste nel mezzo delle piccole valli che quelli stessi colli dividono, furono in egual modo malconce e sconquassate. Porterò in appoggio di tale asserzione, alcuno de' numerosi fatti da me osservati. Sotto *Lorenzana*, sulla via d' *Orciano*, vi era un podere del sig. Passerini, da poco tempo edificato, o restaurato, il quale quantunque stesse nel mezzo d'una valle, pure quasi intieramente rovinò. Una delle case coloniche più malconce che incontrasi lungo la via Emilia, passata di poco la *Torretta*, è quella detta la *Casaccia*, ed essa pure è situata nella parte più bassa del piano del torrente *Borra*. E l'Osteria della *Torretta*, quantunque fabbricata nel pian della *Tora*, è talmente rotta e sconquassata, che gli abitanti dovettero abbandonarla.

È vero peraltro che fuora del perimetro de' maggiori disastri, e sul margine della zona media, si trovano molte località, ove mentre nei paesi situati sulla cima de' poggi rovinò un numero grande di case, quelle dei circonvicini piani, o anche dei colli più bassi e appianati, non soffrirono danno alcuno, o solo lievi fenditure. Questo è quel che è accaduto presso la base degli alti colli terziarj, che sostengono i devastati paesi di *Monte Scudajo*, *Guardistallo*, e *Casale*; ed in molte consimili località del Vicariato di *Lari*. Meditando sopra gli esposti due fatti, cioè sull'esservi state varie estensioni di paese, ove solo le fabbriche poste sull'alto dei poggi diroccarono, e resta-

rono illese quelle de' sottostanti piani, mentre che altrove tanto le une quanto le altre furono egualmente dirute, sarà giocoforza il concludere, che la configurazione del suolo in pianure o in colline non può essere stata la sola causa della salvezza, o della rovina delle abitazìoni sopra di esse fabbricate; ma che la sorte di tali abitazioni dovette colà dipendere da una qualche altra cagione, la quale sembrami facile il ravvisarla nella varia predominanza dell' una o dell' altra specie di movimento, che ebbe la terra in questa parte della Toscana. Giacchè sapendosi, da quanto addietro ho espòsto, come in alcuni luoghi l'azione de' moti dal basso all' alto, o sussultorj, fecesi molto più sentire che in altri, ove invece i sussultorj furono vinti dai moti orizzontali o oscillatorj, la considerazione sull' effetto diverso di questi due moti farà comprendere agevolmente, che dove quelli di sussulto furono maggiori, egualmente dovevano restar colpite da rovina, tanto le fabbriche poste sulla cima de' poggi, quanto quelle situate nelle valli: e che, al contrario, là dove i moti di sussulto furono meno violenti, e meno diretti, ed i moti orizzontali o d' ondulazione conservarono sempre sufficiente potenza, i più gravi danni si dovettero produrre nei paesi posti sulla parte alta de' colli, e piccolissimi doverono essere ne' piani: stantechè questi ultimi, per l' eguaglianza della loro superficie, e per il reciproco appoggio delle parti formanti la loro massa, non potettero risentire che un' ondulazione uniforme, mentre gli altri

formandosi da masse prominenti, perciò senza appoggio laterale, dovettero concepire moti più diseguali, e contemporaneamente a causa della loro maggiore elevatezza, andar soggetti ad oscillazioni più estese.

Questo mio modo di pensare porta a credere che tanto nelle colline terziarie da *M. Scudajo* a *Bibbona*, quanto in quella di *Volterra*, nelle quali i danni non ebber luogo che ne' fabbricati posti sulla lor sommità, predominasse il moto oscillatorio a quello di sussulto; e per conseguenza che essendo state agitate non da un moto direttamente impulso dal basso all'alto, ma comunicato lateralmente, debba credersi che esse fossero assai più distanti dal centro d'azione di quelle d'*Orciano*, *Scutriano* ec. Questa idea è stata confermata dal fatto della più sollecita cessazione delle scosse in queste colline, che in quelle poste sullo spazio centrale, e dal non essersi sentite in esse le detonazioni sotterranee.

Adunque, circa all' influenza della configurazione del suolo, sulle qualità dei danni arrecati dal terremoto, riepilogando l' esposto, diremo: 1.° Che in terreni d'egual natura, l'essere i fabbricati posti sopra colli o in pianure, in alcune località non influì sulla loro salvezza, mentre il contrario fu in altre. 2.° Che siccome riscontrasi essere state diroccate egualmente le fabbriche de' colli e de' piani nel perimetro centrale d'azione, mentre ne' luoghi posti alla periferia di questo le rovine accaddero solo sulla cima de' colli, si ha

motivo di attribuire la diversità di tali effetti alla varia forza, ed al vario modo d'agire de' movimenti di sussulto, i quali da altri fatti è provato, che mentre furono potentissimi nel perimetro centrale, nell'allontanarsi da questo andarono perdendo forza molto più rapidamente, di quello che avvenisse per i moti ondulatorj.

Restaci adesso da valutare quanto concerne la prima delle sopra indicate circostanze, cioè l'influenza della natura geologica del suolo, sul maggiore o minor danno sofferto dalle fabbriche. Ho detto in principio di questo capitolo, come i paesi tutti e le case isolate, poste sopra i terreni terziarj compresi entro il perimetro della maggiore azione del terremoto, furono i più devastati, mentrechè quelli edifizj e que' castelli che stanno impiantati sopra i terreni secondarj, o plutonici, andarono immuni da grandi rovine, quantunque posti in mezzo o sul limite del paese ove tutto è sconquasso e distruzione. Di fatto *Rosignano* (1), *Nibbiaja* ed il *Gabbro* (3), paesi fabbricati sulle masse ofiolitiche, come la parte alta di *Castel Nuovo della Misericordia* (2), *S. Luce*, e *Pastina*, ed i Forti marittimi, che stanno fra *Antignano* ed il *Romito*, tutti edificati su' terreni secondarj, composti d'alberese, o di macigno, o non soffrirono alcun danno, o piccolissimo; mentre che i prossimi o i non lontani casolari e castelli, impiantati sul mattajone, sopra sabbia tufacea, o altre rocce terziarie, furono intieramente sconquassati. Così l'*Osteria dell'Acquabuona*, posata sul terreno terziario, pre-

cisamente alle falde del basso monte su cui è *Rosignano*, ebbe le sue muraglie talmente squarciate e scassinate, che parte ne crollò, ed il resto fu reso inabitabile. La *Pieve di S. Luce*, anch'essa posta sul mattajone, fu egualmente quasi per intiero diroccata, mentre il prossimo paese di *S. Luce* non soffrì che lievi danni. Le case poderali che restano dal lato orientale di *Castel Nuovo*, nei colli terziarj, furon tutte o dirute, o malconce; e la porzione di *Castel Nuovo* impiantata sopra i terreni secondarj rimase illesa. L'amena *Villa Fucini* (19), quantunque fosse una fabbrica stabile, e di giuste proporzioni, siccome stava sopra un colle mattajonoso, adesso non è più che un ammasso di rovine; mentre che gli umili e mal costruiti casolari del prossimo villaggio del *Gabbro* ne andarono immuni.

Ora siccome la poca durezza, e la disgregabilità caratterizza in generale i nostri terreni terziarj, nel modo stesso che la compattezza e durezza caratterizza i secondarj e plutonici; così viene naturalmente ad ognuno il pensiero di dovere attribuire la mancanza di rovine ne' sopra nominati paesi, alla solidità delle rocce de' monti su cui son fabbricati, e far così derivare quasi intieramente il diroccamento degli altri, dalla poca resistenza, o dall'instabilità del suolo che li sostiene.

Riguardo alle conseguenze della poca resistenza, e disgregabilità del terreno, relativamente alle fabbriche poste sopra di esso allorquando venga agitato da moto sotterraneo, convien distinguere

due effetti possibili: cioè la disgregabilità della parte superficiale o di quella parte ove le fondamenta delle fabbriche si stanno impiantate, e la disgregabilità della massa intiera del deposito terziario. Che la disgregabilità della superficie del terreno possa esser causa di rovine, e viceversa la sua stabilità sia una salvaguardia per le fabbriche le quali vi riposano, trova un valido appoggio nel fatto da tutti conosciuto, ed ancora da me accennato, che in generale le case ed i paesi posti nei terreni terziarj, ma riposanti immediatamente sopra banchi solidi di Tufo, Panchina ec., comparativamente furono meno danneggiate di quelle posate sopra il mattajone e la sabbia. Offre di ciò un bell'esempio la *Villa Binard* presso *Tripalle*, la quale, fabbricata sopra un banco di tufo, andò immune da qualunque danno; mentre la Chiesa posta accanto al detto banco, e piantata nel terreno mobile che sottostà al medesimo banco, fu rotta ed attraversata da crepe, specialmente dal lato corrispondente al banco tufaceo. Ancora la quasi salvezza di *Bibbona* attribuiscesi al grossissimo piano tufaceo sul quale è fabbricata, quantunque per questo paese mi sembri debbasi con più ragionevolezza rintracciare la causa della sua salute, nell'esser situata là dove la forza demolitrice era sul suo finire: di fatto, oltre *Bibbona* non incontravasi più alcuna rovina. Ma se l'avvenuto a *Bibbona*, a *Tripalle*, ed in varj altri luoghi convalida l'opinione che la sola circostanza della costruzione degli edifizj sopra un terreno solido

fu causa dell'immunità di questi, vi hanno d'altronde numerosi fatti, i quali sembrano provare il contrario, o almeno dimostrano che non sempre il riposare delle fabbriche sopra rocce solide, fu per loro causa sufficiente di salvezza. A *Guardistallo*, il castello e le prossime case furono le più danneggiate, quantunque riposanti sopra un banco di tufo. Lo stesso fu a *Casale* ed a *Volterra*, benchè impiantate sul tufo e sulla panchina. In *Pomarance* le case che soffrirono maggiormente furono quelle posanti sopra alcune masse di tufo, e molto fu danneggiato *Ceppeto*, il quale riposa sopra un alto deposito di calcaria grossolana terziaria. Vi ha di più un'altra serie di fatti, i quali dimostrano che l'essere gli edifizj impiantati sopra terreni disgregabili non fu causa di rovina, allorquando peraltro questi terreni non posavano sopra i plutonici o secondarj. Nelle vicinanze di *Rosignano*, di *Nibbiaja*, del *Gabbro*, ec. si trovano molte case le quali, quantunque sien fabbricate sopra strati o ammassi di terreno di trasporto, o di *detritus*, pur nonostante andarono libere da qualunque notevole disastro. Dimodochè fa di mestieri convenire, non essere stata sempre la saldezza della superficie del suolo, su cui immediatamente riposavan le fabbriche, bastante a preservare i paesi dal diroccamento, quando questo suolo apparteneva ai terreni terziarj, come non fu la sua instabilità causa di rovine, se il suolo instabile appoggiava sopra terreni secondarj.

Provato in tal maniera che neppure la disgre-

gabilità della superficie del suolo può essere stata causa sufficiente di quelle grandi rovine avvenute sopra i terreni terziarj, non sembrami potersi altrimenti spiegare tal fenomeno, che attribuendolo al modo particolare con cui la forza perturbatrice agì in tutta la massa dei medesimi terreni terziarj, e specialmente in quella che ne forma la loro parte inferiore, cioè nel mattajone, e nel modo ancora col quale in questa si propagò, forse anche componendosi e modificandosi (20). Tale supposizione, che a prima vista può sembrare azzardata, acquista importanza, e viene ad essere potentemente convalidata, quando si applichino a riguardo de' nostri terreni, le leggi con le quali il moto si comunica ne' solidi, e si considerino gli effetti che produr vi possono i moti comunicati attraverso di essi, avendo riguardo contemporaneamente al punto da cui questi moti sembra che presso di noi si partissero. Ma siccome l'inoltrarsi adesso in tali ricerche sarebbe un allontanarsi dall'oggetto di questa prima parte, perciò io qui le tralascio, per ritornarvi in miglior punto; e posto avendo termine all'esposizione degli effetti prodotti dal terremoto nello spazio centrale, passo a considerare quelli che si manifestarono nella zona media.

In questa zona son comprese, come si è accennato, montagne secondarie, colline terziarie, e le pianure alluviali, le quali terminano al mare, col cui fondo si continuano. Le montagne secondarie, comunque conformate, cioè o resultanti da rocce

Liassiche o Giurassiche, e da altre rocce secondarie più recenti, come quelle appartenenti al terreno del macigno, risentirono esse pure le scosse del 14, proporzionatamente peraltro alla distanza loro dal centro d'azione, cioè con tanto minore intensità, quanto maggiore ne era la lontananza. Così i *Monti Pisani* più che i *Lucchesi*, questi più che quelli del *Pietrasantino* ec., ed in tutti la commozione fu tanto lieve, da non produrre danni riconoscibili nei fabbricati. I paesi poi e le case coloniche, posate sopra i colli terziarj di quella zona, per quanto è a mia notizia non furono che leggerissimamente danneggiati, o anche soltanto agitati.

Le fabbriche tutte situate nelle pianure, le quali sono in continuazione immediata con la parte centrale d'azione, furono commosse e danneggiate assai più di quelle poste sopra i monti secondarj alle stesse pianure contigue. Così la chiesa delle *Molina di Quosa*, quella di *Rigoli*, e tutte le case di questi due villaggi fabbricate nel piano, come pure le ville tutte che trovansi lungo la falda meridionale del *Monte Pisano*, ebbero a soffrire tali scosse, delle quali grandi e numerose crepe ne furono conseguenza; mentrechè i deboli casolari, ed i molini situati sopra le prossime pendici, non presentarono dopo l'avvenimento niun danno meritevole di considerazione.

Le conseguenze della scossa sulle fabbriche, o i danni da queste sofferti, si videro chiaramente esser maggiori nelle pianure dell'*Arno* e del *Serchio*, verso la loro parte meridionale, anzichè verso la

settentrionale; cioè si osservò che questi danni andarono diminuendo, quanto più uno si scostava dal centro d'azione. *Livorno* fu più danneggiato di *Pisa*, al segno che vi rovinarono de' palchi, e molte case fu necessario puntellarle: ed ancora le case della pianura *Livornese* soffrirono più di quelle della *Pisana*. In *Pisa* furono principalmente le alte ed antiche torri del tempo di repubblica, che in maggior modo risentirono della scossa, e fecer molto soffrire anche le prossime case; ma benchè in tutte vi apparissero crepe, pochissime furon quelle che minacciaron rovina.

La stessa diminuzione di danni, e per conseguenza la medesima manifestazione di minore intensità nella scossa, si osservò nelle pianure marittime *Lucchesi*, *Pietrasantine*, *Massetane*, e *Carraresi*, andando da mezzogiorno verso tramontana, come egualmente colà si osservò essere stata maggiore l'azione delle scosse sulle fabbriche delle pianure, che in quelle de' prossimi monti. Mentre a *Pietrasanta* ed a *Massa*, tanto in città che nelle circostanti pianure, le case ed i forti di guardia del littorale ebbero a risentire tal commozione, che ne atterrì grandemente gli abitanti, e ne fendette di molte crepe le mura, i *Monti Lucchesi*, *Pietrasantini* e *Massetani* ricevettero un movimento così debole, che non pochi de' loro abitatori, specialmente de' paesi posti entro le valli, non lo sentirono, come accadde al maggior numero de' pastori o de' cavatori di marmi, i quali si trovavano sopra le alte e scoscese cime di quelle montagne. Per

altro essi udirono un forte rombo: e varj cavatori che erano nella profonda grotta della *Corchia* (detta *Grotta del Simi*), sentirono ancora il moto del monte. Ma se l'azione del terremoto nelle pianure alluviali fu maggiore che nei contigui monti secondarj, il contrario accadde relativamente ai colli terziarj: in fatti si è già visto che nelle pianure di *Cecina*, i casolari posti nei piani, che cingono le falde di questi colli, furono meno danneggiati di quelli situati sulla cima de'colli medesimi: lo stesso si è osservato nella pianura pisana, alle falde delle sue colline.

La pianura in mezzo a cui sta la città di *Lucca*, e che connettesi principalmente con la *Pisana* dalla parte orientale ov'è il *Lago di Bientina*, fu ancor essa agitata in modo notevole, peraltro molto meno della pianura nostra. In *Lucca* non si produssero che poco considerevoli spacchi. Le fabbriche della campagna non soffrirono, meno che il Campanile della Chiesa di *S. Maria del Giudice*, nel quale si formò una non piccola crepa.

Riepilogando adesso le conclusioni dedotte dalle osservazioni riportate in questo capitolo, si può dire. Relativamente alla zona media,

1.° Che le pianure alluviali in essa comprese, furono mosse più potentemente de' monti secondarj.

2.° Che in questa zona le elevate colline terziarie furono mosse con più violenza non solo delle basse, ma ancora delle pianure alluviali, e de' monti secondarj.

Relativamente allo spazio centrale,

3.° Che in generale gli edifizj fabbricati sopra i terreni terziarj furono molto più danneggiati di quelli posanti sopra i secondarj e plutonici.

4.° Che in questo spazio crollarono non solo i fabbricati posti sopra le alte colline terziarie, ma ancora sulle basse, e molti di quelli situati nelle piccole vallate interposte.

5.° Che la cattiva costruzione delle fabbriche non è causa sufficiente a spiegare tutte le rovine in quello spazio accadute.

6.° Che neppure la disgregabilità della superficie del suolo può essere stata causa di tutti i disastri accaduti nelle fabbriche posanti sopra i terreni terziarj, come la compattezza de' secondarj non fu l'unico motivo della loro salvezza. Giacchè non tutte le case edificate sopra strati di rocce solide andarono immuni da rovine, qualora questi strati riposavano sopra terreni terziarj, e specialmente sul mattajone: ed al contrario le fabbriche posanti sopra strati mobili, o alluviali o di *detritus*, ma soprapposti a terreni secondarj o plutonici, non soffrirono gravi danni.

Avanti di lasciar di parlare dei varj effetti prodotti dal terremoto sopra gli edifizj, non debbo trascurar d'accennare un altro fatto, il quale quantunque, dirò così, da noi adesso soltanto traveduto, in altri avvenimenti al nostro consimili fu manifestissimo. Esaminando l'azione che il terremoto ha esercitato sopra le fabbriche, accadde frequentemente di vedere che in un medesimo, ed anche limitato distretto, benchè tutto nello stesso

modo configurato, e dalle stesse rocce composto, non ovunque eguali furono i danni; giacchè mentre erano massimi in alcuni luoghi, furono mediocri in altri, ed in altri ancora mancarono affatto. Potrei allegare un numero non piccolo di esempi, in appoggio d'una tale asserzione, specialmente riguardo ai terreni mattajonosi: ma per brevità due soli ne citerò. Alle falde del monte su cui è il paese del *Gabbro*, mentre la *Villa Fucini*, fabbrica stabile giacchè con ogni cura costruita, è un monte di macerie, la casa poderale che sta a duecento passi da questa, benchè edificata sulla stessa qualità di terreno, non ebbe che alcune muraglie diroccate; come pure rimase illesa la *Villa Finocchietti*, situata fra quella *Fucini*, ed il paese del *Gabbro*, sopra un colle esso pure argilloso; e non lontano da *Castel Nuovo*, il podere dell'*Uccelliera* (19) fu intieramente sciolto in frantumi, mentre alcune delle non distanti case coloniche, quantunque malmenate, pure restano tuttora in piedi. Quel che ho detto circa ai terreni terziarj mattajonosi deve dirsi per quelli delle altre specie, come per i terreni alluviali; giacchè ancora nelle pianure *Pisana*, e *Livornese* in molti luoghi si veddero fortemente danneggiate fabbriche non distanti da altre, che non riceverono danno alcuno, e ciò senza trovarne ragion sufficiente nè nel modo di costruzione della fabbrica, nè nella sua conformazione. Quantunque i fatti adesso accennati provino, secondo me, chiaramente una diversità dell'azione della forza perturbatrice, pure gli effetti avvenuti potrebbero attribuirsi alla varia

maniera con cui le fabbriche erano costruite, ed allo stato nel quale si trovavano avanti le scosse; ma chi è pratico della storia de' terremoti, sa come fenomeni analoghi si osservarono nelle Calabrie in terreni simili ai nostri, durante i terremoti del 1783, ed anzi con effetti proporzionati alla violenza massima di quelle terribili commozioni della terra; giacchè mentre in grandi estensioni di paese tutta la superficie del suolo fu scommossa, in modo non solo da portare la distruzione delle più stabili fabbriche, ma ancora da sveller le piante, e cambiare la natura del terreno, in alcuni ristretti spazj questo rimase tal qual era per lo innanzi, come se trovato si fosse a distanza grandissima da quel disgraziato paese (18). Ora quale è la causa di queste diversità negli effetti del terremoto? Dipende forse da una varia direzione delle onde agitatrici, o dall'attutirsi in qualche punto la loro potenza per l'incontro di quelle in vario modo dirette? o dipende finalmente dal trovarsi nascoste rocce di natura diversa, al di sotto de' luoghi ove accadde danno minore, le quali rocce in qualche modo s'opposero all'uniforme progressione de' movimenti? Mia intenzione non è certamente di dar ragione del fenomeno adesso menzionato. Volli soltanto richiamare sopra di esso l'attenzione dei geologhi.

CAPITOLO IX.

Azione del terremoto sugli animali.

Ancora in occasione degli ultimi terremoti si è verificata quella sorprendente facoltà di cui godono molti animali, di conoscere cioè l'arrivo di simili sconturbamenti terrestri, prima che in modo certo questi si manifestino all'uomo. A *Lorenzana*, ad *Orciano*, a *Scutriano*, ed in tutti gli altri luoghi ove le scosse si ripeterono per più giorni, non solo il nitrir de' Cavalli, ma più specialmente il ragliare degli Asini, era segno sicuro d'una prossima scossa: per la qual cosa la voce di tali animali divenne una frequente causa di spavento a quelle desolate popolazioni, in particolar modo nel silenzio di quelle tristi e penose notti, che dovetter passare nell'aperta campagna: cosicchè in varj paesi, onde diminuire per quanto era possibile il rinnovamento del terrore, furono allontanati tutti i detti animali dai luoghi ove erano stabiliti dei provvisorj accampamenti.

Ma non solo que' bruti facevan conoscere con voci particolari l'angosce e lo spavento da cui eran presi; ancora con gl'insoliti moti davano a divedere tali sensazioni: alcuni restavano fermi, e come instupiditi. In Pietrasanta il cavallo di un Procaccia, poco avanti l'arrivo del terremoto, fermossi, e ricusò ostinatamente di muoversi fino a che l'oscillazione della terra non fu terminata: molti

fatti consimili sono accaduti nelle *Colline Pisane*. Altri di tali animali, anzichè stare immobili, cercarono salvarsi fuggendo rapidamente da quel luogo, ove temevano che il suolo non avrebbe più dato loro uno stabil sostegno. Chi trovavasi nella Regia Tenuta di *S. Rossore*, raccontommi la disordinata fuga, ed il confuso agglomerarsi che facevan correndo i numerosi branchi di Vacche e Cavalli, i quali erano liberi nelle vaste pasture delle *Lame di fora*, presso la foce dell'*Arno*.

Non ho potuto verificare quanto riportasi nella relazione de' terremoti delle Calabrie, relativamente agli indizj presentati dai Porci avanti le scosse. Forse quelli che nell'estrema parte d'Italia diedero tanti evidenti segni di presentire i muovimenti della terra, erano Porci di macchia, di quelli cioè i quali, per la loro vita semiselvaggia, hanno sensorj più squisiti de' Majali stallini, gli unici che si trovassero in vicinanza delle abitazioni delle *Colline Pisane*: i quali per la vita reclusa, e per l'abbondanza del cibo son tanto instupiditi, che han quasi affatto perduto il natural carattere.

Ancora i Cani accennarono in molti luoghi l'arrivo della catastrofe, alcuni fuggendo, altri cercando invece ricovero presso al padrone.

Gli uccelli, come quelli dotati di squisitissimi sensi, non mancarono di dar particolari indizj. Le Rondini ed i Balestrucci fuggirono dai loro nidi posti sotto i tetti, o addossati ai muri. I Piccioni s'inalzarono in branchi nell'aria, e là restaron volando per lunghissimo tempo: spinti poi dalla

stanchezza, e dal bisogno di nutrimento, si posavano a terra, ma poco dopo riprendevano il volo: e durante tutto il tempo in cui si ripeterono i terremoti, scansarono di fermarsi sopra le rimaste porzioni di tetti: e quando, condotti dall'abitudine, veniva lor fatto di posarvisi, appena avevan toccato le tegole, spaventati ne fuggivan di nuovo: forse essi si accorgevano che tuttavia erano agitate, benchè da movimenti impercettibili all'uomo.

I Canarini o svolazzando con insolito modo nelle lor gabbie, o restando immobili sulla mazza, indicarono anch' essi le prossime commozioni della terra. Molto più i Pappagalli: un Kakadù da me posseduto, (*Psittacus sulphureus* Lath.) precedentemente ai terremoti si mostrava inquietissimo, nè voleva stare sopra il suo ordinario sostegno: ed allorquando la scossa si faceva sentire, sempre ne fuggiva volando disordinatamente.

Ma le Anatre, più di qualunque altro uccello presentivano i fenomeni del terremoto, giacchè esse non solo predicevano gracitando le scosse, ma l'arrivo ancora di quei rombi, i quali non eran seguìti da agitazioni sensibili per l'uomo. Questa osservazione mi è stata riferita dal sig. Vittorio Pecchioli, il quale ripetutamente la verificò a *Scutriano*, insieme al sig. Lawley.

Il Fanalajo sig. Capitano Parenti osservò inoltre, relativamente agli uccelli, che in tutto il periodo nel quale non solo accaddero scosse, ma in cui ancora e la terra ed il mare manifestarono fenomeni non ordinarj e dipendenti dai terremoti, cioè

dal 13 Agosto al 2 o 3 Settembre, erano affatto scomparsi dalli scogli prossimi al Fanale tutti quegli uccelletti, che in tanta abbondanza ordinariamente vi sogliono svolazzare. Di più mancarono ancora, e nel porto e fuora di questo, i Gabbiani (*Larus canus* Lin., *Larus ridibundus* Leisl. etc.): solo il dì 13 Agosto ne vedde passare un grosso branco ad una grande altezza, il quale seguitò il suo viaggio, senza cercare di riposarsi sulle prossime acque, come han costume di fare tali uccelli.

Niuna osservazione ho raccolto relativa ai pesci. I Delfini ed i Polpi sono gli unici abitanti del mare, che presentasser fatti degni d'esser notati. Un gran numero de' primi la mattina della scossa si accostò tanto alla piaggia arenosa del *Gombo*, che essendo entrati nel recinto de' bagnanti, spaventarono e fecer fuggire molte giovani, le quali allora vi si trovavano. I Polpi poi, dopo le scosse apparvero in abbondanza grande e straordinaria, lungo le scogliere di Livorno.

Ecco quali furono i fatti da me riuniti, in prova dell' influenza esercitata sugli animali non tanto dalla scossa del terremoto, quanto ancora da quello stato particolare nel quale si trova l' aria o la terra avanti al suo arrivo, stato che dall' uomo o non è in niun modo conosciuto, o che produce in lui soltanto generale malessere, del quale non sa definire la causa (*a*).

(*a*) Relativamente all' influenza sull' uomo del particolare stato tellurico ed ammosferico che precedè le scosse, non debbo omet-

tere di registrar qui un'osservazione, la quale taccerei francamente di favolosa, se non fossemi stata referita da uomini rispettabili per il loro sapere, e degni di fede; cioè che tanto in *Mugello*, al *Borgo S. Lorenzo*, quanto in *Prato*, un numero grande di persone, un poco avanti la scossa del 14, furono prese repentinamente, benchè per breve tempo, da debolezza alle estremità inferiori, da capogiri, offuscamento d'idee, e minaccia di deliquio. Siccome sono assicurato che tali sintomi d'affezione momentanea de' centri nervosi fu provata anche da varj i quali neppure s'avveddero della scossa, non si può credere fossero conseguenza del terrore che il terremoto produce, più o meno fortemente, in tutti gli uomini. Mi dissero che in *Vicopisano* fu fatta un'osservazione analoga: però nulla di simile ho potuto sapere che si riscontrasse in quei paesi, sotto i quali può dirsi che la causa del terremoto avesse la sua sede.

PARTE SECONDA

CONSIDERAZIONI TEORETICHE SULLE CAUSE E SUGLI EFFETTI DEGLI ULTIMI TERREMOTI DELLA TOSCANA.

CAPITOLO I.

Ove sia stata la sede dei fenomeni produttori de' terremoti.

Avendo nella prima parte fatti conoscere tutti i fenomeni che precederono, accompagnarono, e seguirono gli ultimi terremoti in Toscana, se vuolsi adesso, su tali fatti argomentando, cercar d'indagare la sede della causa di quelle spaventose catastrofi, sembrami che luminosamente apparisca, e come per se stesso emerga dalle esposte cose, dover essere stata nella parte della terra che è verticalmente sottoposta a quell'estensione di paese, da noi denominato *spazio centrale*, ciò restando dimostrato dall'intensità e qualità del movimento, come dall'intensità e qualità del suono che il movimento accompagnò, cioè dai fenomeni dinamici, e dai fenomeni acustici.

Imperocchè relativamente ai fenomeni dinamici noi vediamo, che ponendo mente soltanto all'intensità degli effetti prodotti dalle scosse, ed anche al numero di quelle risentite, non si può a meno di riconoscere la *Val di Fine*, della *Tora*, dell'*Isola*,

e prossimi paesi, come centro d'azione del terremoto, stante che allontanandosi dall'indicato perimetro, trovasi da ogni lato aver la scossa del 14 Agosto prodotti danni minori, ed essere stata meno generalmente avvertita; ed osservasi di più che le scosse sopravvenute nelle epoche successive, quantunque si facesser tutte chiaramente sentire nello spazio da noi riguardato come centro d'azione, non s'irradiarono da questo che a breve distanza.

Relativamente poi ai fenomeni acustici noi possiamo fare le medesime considerazioni, e dedurne le stesse conseguenze; giacchè si è veduto come ne' paesi posti sull'indicato centro d'azione si udì rombo ed esplosione: in quelli situati periferialmente solo rombo, ed anch'esso di minore intensità, quanto più allontanavasi dall' indicato centro.

E siccome il suono deve certamente comunicarsi a distanza minore, a traverso i differenti strati che compongono il nostro suolo, di quel che possano farlo gli urti e le oscillazioni, io reputo i fenomeni acustici più adattati a darci idea esatta del centro d'azione, che i fenomeni dinamici, quando peraltro si scelga a quest'oggetto, non il suono propagato attraverso l'ammosfera (il rombo), ma quello emanatosi direttamente dalle viscere della terra (detonazioni sotterranee).

In conseguenza di tutto ciò, se valendoci di questi caratteri, noi vogliamo determinare con quell'esattezza che in tali materie è possibile, lo spazio del nostro paese influenzato più direttamente

dalla causa o forza perturbatrice della sua quiete, lo spazio cioè che rappresenta la base del cono rovesciato, al cui apice detta causa si manifestò, sembrami potersi dir con certezza, come fin da principio indicai, esser questo quella superficie di terreno, che noi denominammo *spazio centrale d'azione*; imperocchè sopra di essa accaddero le più forti commozioni, seguirono le principali rovine, si sentirono il maggior numero di scosse, e per più lungo tempo udironsi le esplosioni sotterranee.

Ma quella forza perturbatrice di cui abbiamo studiato gli effetti, agì soltanto in un punto, o si fece manifesta in una più o meno estesa linea? Giudicando dalla forma del paese ove sono le maggiori rovine, o dello *spazio centrale d'azione*, sembra che debbasi adottare l'ultima di tali ipotesi: giacchè da quanto ho detto in principio, esso ha una figura estremamente allungata. E siccome il maggior diametro di detto spazio ha la direzione stessa de' crinali delle montagne, da cui è fiancheggiata la *Val di Fine*, così sembrerebbemi che la forza perturbatrice siasi manifestata sull'asse longitudinale del fondo della gran vallata, esistente fralle due nominate catene, e così sopra una linea diretta da N. a S. (*a*). Se poi quella forza abbia agito egualmente in tutti i punti dell'accennata linea, o solo in alcune parti della medesima siasi fatta sentire, è difficile il determinarlo; giacchè

(*a*) Questa direzione sarebbe quella del sollevamento di montagne, denominato *corso sardo*.

quantunque l'osservare come l'estremità della linea de' maggiori danni (il paese di *Riparbella* e quello delle *Contee*), trovasi interrotta nella sua continuazione con la *Val di Fine*, da uno spazio ove i danni son di gran lunga minori, (i bassi colli del *Terriccio*, di *Collemezzano*, del *Malandrone* ec.) sembri autorizzarci ad adottare quest'ultima ipotesi, pure io non saprei a ciò determinarmi, reputando possibile che la forza perturbatrice non s'estendesse fino sotto gl'indicati paesi di *Riparbella* e delle *Contee*, e questi, anzichè aver ricevuto un impulso diretto verticalmente, lo ricevessero obliquamente, cioè per consenso di quello potentissimo manifestatosi in *Val di Fine:* nel modo stesso che son portato ad attribuire agli effetti dell'impulso comunicato i danni accaduti a *M. Catini di Val di Cecina*, a *Volterra*, ed a tutti gli altri paesi delle due valli, dell'*Era* e della *Cecina*.

Adesso presentasi naturalmente un altro quesito, cioè qual fosse l'altezza del cono, o a qual profondità nella terra agisse la causa dei movimenti e dei romori, che alla sua superficie si manifestarono. Ma è questo un quesito difficile a sciogliersi, quantunque sia da credersi non dover essersi manifestata detta causa a grandissima profondità, essendo stato assai ristretto lo spazio che fu commosso da impulso diretto, cioè da scosse sussultorie; pur nonostante avendo riguardo ai varj materiali che la terra compongono, ed alla differente loro disposizione, non solo reputo malagevole, ma anche impossibile il determinare esattamente la detta pro-

fondità. Per altro siccome nel caso nostro sembrami potere stabilire, come qui appresso si mostrerà, essere stati i terreni terziarj quelli i quali più direttamente ricevettero l'impulso perturbatore, o, in altri termini, quelli sotto i quali la causa di questo fece sentire la sua azione, così se non abbiamo modo di stabilire qual fosse la distanza dalla superficie della terra, ove detta causa si è manifestata, potremo almeno con molta probabilità determinare la situazione sua, relativamente alle specie diverse di terreni, dai quali si forma il suolo della Toscana.

CAPITOLO II.

Sotto quali terreni possa credersi che la forza perturbatrice abbia più particolarmente esercitata la sua azione.

Allorquando si esaminarono gli effetti prodotti dal terremoto del 14 Agosto nelle fabbriche poste sopra i terreni terziarj dello *spazio centrale d'azione*, non avendo potuto render ragione della gravezza de' danni colà accaduti, nè attribuendoli alla cattiva costruzione degli edifizj, nè alla configurazione del suolo del paese devastato, nè alla disgregabilità della sua superficie, concludemmo esser giocoforza l'ammettere, che l'accaduto dovesse attribuirsi al modo col quale la forza produttrice della commozione aveva agito sopra l'intiera massa di que' terreni, ed alla maniera disuguale con

cui tal commozione si doveva essere in questa massa propagata, e forse anche modificata, o composta. Volendo adesso cercar di conoscere se tale ipotesi può sostenersi, per passare in seguito a dedurne quelle conseguenze teoretiche, le quali ci abbisognano per determinare qual sia stata la sede della causa perturbatrice, conviene incominciare da stabilire qual fu la direzione de' movimenti produttori delle spaventose rovine avvenute nello spazio centrale, cioè se si produssero per effetto di moti comunicati dal basso all'alto, ovvero orizzontalmente, o anche da ambo questi moti riuniti.

Da quanto ho esposto nel precedente capitolo, sembrami provato con quell' evidenza sperabile nelle ricerche geologiche, che il centro d'azione degli ultimi terremoti fu la *Val di Fine*, e limitrofi paesi. Ciò ammesso, siccome colà certamente non si produsse alla superficie del suolo la causa di quella commozione che desolò parte della Toscana, ne consegue in modo evidente, che tal commozione dovette provenire da una profondità più o meno grande del suolo sottoposto al paese riconosciuto come centro d'azione, ed in conseguenza di ciò i moti produttori de' disastri non poterono esser soltanto moti propagati in senso orizzontale, ma doverono ancora esser moti provenuti dal basso all'alto, o in senso più o meno verticale. La qual conseguenza, come vedemmo nella prima parte, è stata pienamente confermata dai fatti, giacchè i moti di sussulto non furono equivoci nello spazio centrale, anzi al massimo palesi, ed

anche violenti. E di più se, come tutto sembra indicarlo, al di sotto di detto spazio si manifestò la causa della commozione terrestre, è evidente egualmente che non solo i moti verticali dovettero aver luogo colà, ma ancora quelli orizzontali dovettero partirsi da quello spazio, e da esso propagarsi a distanza in onde concentriche, appunto nel modo medesimo col quale il moto si propaga mediante simili onde, alla superficie dell'acqua attorno ad un punto urtato, o nella terra attorno al luogo ove esplode una mina, stata preparata ad una certa profondità della medesima.

Ancora dagli esposti ragionamenti deducesi adunque, che nello spazio centrale d'azione non solo doverono manifestarsi, nell'istante del terremoto, tali movimenti in senso verticale, cioè ondate motrici ascendenti, le quali fossero capaci di scommovere quei terreni in maniera da originare la rovina delle fragili abitazioni dell'uomo, ma ancora che nel tempo stesso produr si dovettero alla superficie del detto spazio onde orizzontali, le quali unendosi alle verticali, complicarono e rinforzarono la causa di distruzione.

Stabilita così la provenienza della forza agitatrice de' terreni terziarj, compresi nello spazio centrale d'azione, altri importanti quesiti si presentano. Quale è stata l'origine d'un tal movimento nei terreni terziarj? I terreni terziarj ricevettero immediatamente l'urto, ovvero fu loro comunicato dai terreni secondarj sopra i quali riposano? Giudicando da quanto è accaduto alla superficie dei

terreni terziarj, e de' secondarj e plutonici, dovrebbesi arguire che queste due ultime specie di terreni furono mosse meno violentemente dell'altra, giacchè su questa son generali rovine, su quelle quasi ovunque salvezza. È realmente così, oppure l'accaduto deriva dal modo diverso con cui uno stesso grado di forza si è esercitato sopra dei corpi fragili, quali sono le nostre fabbriche? Simili questioni sono invero per la loro natura talmente complesse, da non potere aver io la speranza di risolverle con facilità e soddisfacentemente: pur non ostante esporrò anche sopra di queste la mia maniera di pensare.

Supponendo che i terreni terziarj si movessero per forza comunicata loro dai terreni secondarj, sopra i quali riposano, ciò sarebbe accaduto in grazia di quella legge di meccanica, la quale stabilisce che ogni vibrazione trasmessa attraverso i corpi elastici, tende a staccare li strati superficiali che stanno dal lato opposto. Considerando la piccolissima massa che hanno i nostri terreni terziarj, proporzionatamente all'immensa grossezza della scorza solida della terra, realmente si possono considerare i depositi terziarj come formanti il suo strato esterno, ed anche infinitamente sottile: in tal caso, qualora l'urto o la commozione fosse stata comunicata alla faccia inferiore della scorza solida, o almeno ad una grandissima profondità, il fenomeno del forte movimento osservato nei terreni terziarj si spiegherebbe chiaramente con l'applicazione dell'indicata legge. Ma la ristretta esten-

sione della superficie di terreno sul quale si son propagati i movimenti sussultorj, nell'epoca degli ultimi terremoti, prova che la forza da cui sono stati prodotti si è manifestata ad una piccola profondità, comparativamente non solo alla grossezza della scorza terrestre, ma ancora alla massa stessa de' nostri terreni stratificati secondarj e terziarj: per la qual cosa sembrami che nel caso nostro non sia applicabile la sopra enunciata legge. Di più essendo vera l'ipotesi di cui adesso discorriamo, cioè che ai terreni terziarj l'urto fosse stato comunicato dai secondarj e plutonici, il grado di forza ne' terziarj trasmesso avrebbe dovuto esser minore di quello primitivamente ricevuto dagli altri. Ora siccome noi non vediamo che sulla superficie delle porzioni di terreni secondarj e plutonici, le quali emergono al di fuora de' terreni terziarj, si manifestassero maggiori effetti d'impulsione di quelli presentatisi sulla superficie de' terreni terziarj, ma anzi vediamo il contrario, sembrami che ancora in forza di queste ultime considerazioni, siamo condotti a considerare che i terreni terziarj non si mossero per forza a loro partecipata dai sottoposti terreni secondarj e plutonici, e che per conseguenza siamo piuttosto autorizzati a credere, che dovettero ricevere un urto indipendente e distinto.

A questa medesima conseguenza arrivasi ancora con un altro ragionamento, basato sopra argomenti più semplici. È un assioma fondamentale della meccanica, che il moto si comunica tanto meglio

ne' corpi, quanto più essi sono compatti, omogenei ed elastici, e viceversa. Se noi paragoneremo relativamente a queste proprietà, i terreni secondarj e plutonici con i terziarj, certamente vedremo che i primi ne debbono godere ad un grado molto più alto, di quel che ne godono i secondi: quelli formandosi d'arenarie solidissime, di calcarie alberese, di gabbri, e di porfidi verdi, pietre tutte estremamente compatte ed elastiche: mentre i secondi, o i terziarj, non si compongono essenzialmente che di mattajone e sabbie, rocce non solo molli, ma anche disgregabili. Secondo l'accennata legge di meccanica, quando un urto eguale fosse stato impulso ad eguali masse delle due qualità di terreni, i secondarj e plutonici, come i più duri, avrebber dovuto esser quelli alla superficie dei quali più fortemente il moto sarebbesi dovuto comunicare: ma noi abbiamo evidentemente visto essere accaduto il contrario: ed in conseguenza da ciò non potremo trarre altra deduzione, se non che aver ricevuto i terreni terziarj un urto assai maggiore de' secondarj, e plutonici.

Tutte le esposte considerazioni adunque conducono a stabilire, che i terreni terziarj non furono mossi da un urto ricevuto dai secondarj e plutonici, ma bensì impulso loro direttamente. Altra prova di ciò si deduce a parer mio anche dai fatti che adesso vado ad esporre. Quantunque il maggior numero e le più grandi rovine accadessero sopra i terreni terziarj, pure non tutti gli edifizj riposanti sopra que' monti di rocce

secondarie e plutoniche, posti entro o in prossimità del perimetro della primaria azione del terremoto, restarono illesi: ma ancora in alcuni di questi si produssero crepe, ed in altri vi fu bisogno di ripari. E siccome tali danni non si manifestarono ovunque, nè ovunque nello stesso grado, è a mio credere cosa di non lieve importanza per il soggetto di questo scritto, lo studio della relativa disposizione di tali guasti sulla superficie degl' indicati terreni secondarj, e plutonici. Se percorresi quella via la quale da *Livorno* conduce in Maremma passando in riva al mare, scorrendo sulla falda occidentale di quei monti, i quali da questa parte limitano la *Val di Fine*, si vede come tutte le numerose case di campagna e torri di guardia che s'incontrano son rimaste illese, qualunque sia il terreno che serve loro di base, cioè tanto quelle edificate sopra li strati di solido macigno (a *Cola Furia*, ai *Sassi scritti* ec.), o sulle rocce ofiolitiche (il *Forte del Romito*), sull'alberese e suoi schisti argillosi (presso la *Chioma*), quanto quelle poste sopra il terreno alluviale, il quale oltre *Castiglioncello* continuasi con la pianura di *Vada*. E la stessa buona conservazione riscontrasi in tutte le fabbriche che stanno sulla rimanente porzione dello stesso versante di monti, non solo nelle basse regioni, ma ancora nelle più elevate, come ne è prova *Nibbiaja*, la quale giace sul dorso di quella montagna serpentinosa, sulla cui opposta falda risiede *Castel Nuovo della Misericordia*. Ma nelle fabbriche del fianco orientale di questa me-

desima catena di monti, cioè in quelle della parte sulla quale si appoggiano i terreni terziarj di *Val di Fine*, non osservasi una tanto perfetta, ed uniforme salvezza; giacchè in alcuni de' paesi i quali quantunque impiantati sopra i terreni antichi, pure si trovano verso il limite de' terziarj, s'effettuarono fenditure più o meno imponenti, mentre in altri niun danno si manifestò. Così mentre tanto la porzione di *Castel Nuovo della Misericordia*, che è fabbricata sul terreno dell'alberese (2), quanto i suoi prossimi casolari posanti sulle rocce serpentinose, andarono del tutto scevri da danni, in *Rosignano* una o due case si dovettero puntellare; nel paese del *Gabbro*, benchè edificato sopra la roccia di cui porta il nome (3), più d'una abitazione ebbe bisogno di tali sostegni, e lo stesso seguì nel paese di *Valle Benedetta*, riposante sull'alberese, e sopra i suoi schisti, nel quale di più ebbe luogo qualche rovina.

Quello che è accaduto negli edifizj dei monti posti ad occidente della *Val di Fine*, è egualmente accaduto nei fabbricati de' monti che la fiancheggiano dal lato d'oriente; imperocchè i danni sofferti dalle fabbriche di *S. Luce*, *Pastina*, *Castellina* ec., danni i quali limitandosi a semplici fenditure, o a spacchi più o meno notevoli, quantunque sien lievissimi o nulli in confronto delle rovine avvenute nei sottoposti colli terziarj, pure sono assai più importanti di quelli prodottisi nei fabbricati posti sulli stessi monti, ma più verso oriente, cioè a maggior distanza dei terreni terziarj della *Val di Fine*.

Se ritorniamo adesso alla questione da me in ultimo luogo esaminata, circa al punto d'applicazione della forza per cui si mossero i terreni terziarj, vale a dire se questa forza fu loro direttamente impulsa, oppure comunicata dalla sottostante massa de' terreni secondarj e plutonici, si vedrà agevolmente come i fatti che ora ho riportati, dando argomento di rigettare la seconda di queste supposizioni, appoggiano la prima. Imperocchè se i terreni terziarj, o i maggiormente commossi, avesser ricevuto l'impulso da quei terreni secondarj e plutonici, i quali formano il fondo e le pareti del bacino della *Val di Fine* che li racchiude, siccome in tal caso l'urto sarebbe stato applicato al di sotto del bacino stesso, così certamente gli effetti di quest' urto sarebbonsi dovuti manifestare in egual modo sopra ogni punto della superficie delle pareti di detto bacino, vale a dire tanto sull'esterna che sull'interna: ma noi abbiamo veduto come ciò non accadde, ed invece come al contrario fu sopra l'interna che i maggiori effetti di moto ebbero luogo: così possiamo da tutto ciò arguire, non essere stato comunicato l'urto ai terreni terziarj dai secondarj. Anzi osservandosi che la porzione superficiale de' terreni secondarj e plutonici, a contatto dei terziarj stati più fortemente agitati, fu quella ove accaddero alcuni danni, direbbesi che all'urto o al fremito comunicato da questi si dovessero i detti danni attribuire: la quale opinione acquisterà ancora peso maggiore considerando, come in generale que' paesi delle montagne secondarie, che fu-

rono lievemente danneggiati, stanno sopra porzioni ripide e dirupate de' loro fianchi, (*Castel di Gabbro*, la *Castellina*, *Pastina*, *S. Luce* ec.) e perciò sopra masse, le quali essendo probabilmente più o meno distaccate dal corpo delle montagne stesse, debbono essere ancora facilmente agitabili.

Essendo adunque giuste le conseguenze da noi dedotte dai fatti osservati, e dalle considerazioni sui medesimi stabilite, dovendosi ritenere per vero che la principale azione della forza perturbatrice del suolo Toscano, durante gli ultimi terremoti, si esercitasse particolarmente sotto i depositi terziarj della *Val di Fine*, se non avremo assegnata la sede assoluta delle cause di que' terremoti, ne avremo almeno in tal modo determinato il luogo, relativamente ai varj terreni che costituiscono il suolo della Toscana.

CAPITOLO III.

Qual sia stata la causa immediata della commozione del suolo della Toscana.

Se al quesito contenuto in questo titolo rispondesi, che all'istantanea espansione di fluidi elastici si debbono attribuire i terribili effetti de' terremoti, non solo esprimesi l'idea prediletta attualmente su tal proposito dai Fisici e dai Geologi, ma si dà ancora quella spiegazione dei detti effetti, che è più conforme ai fenomeni ultimamente manifestati in Toscana. Ed in appoggio di questa asserzione farò osservare, che essa può dirsi dimostrata

dalla natura degli effetti delle commozioni risentite fra noi, e convalidata dai fenomeni sonori che l'accompagnarono. Nel centro d'azione avemmo notevole rapidissimo e reiterato sollevamento ed abbassamento del suolo, senza che ne conseguisse alcuna mutazione sensibile di livello. Ciò mostrando che la cagione di quel sollevamento appena prodottosi si dileguò, prova non essere stato il sollevamento originato dallo sforzo di materie liquide, ma bensì dalla comparsa, o produzione di fluidi elastici, stantechè quel repentino e vigoroso modo d'agire è proprio solo a questi ultimi, mentre non è compatibile con la densità delle prime. Apparisce ancor meglio il valore di questi argomenti, studiando i fenomeni di sussulto che presentarono gran numero di quei terremoti, i cui effetti furono tanto più terribili de' nostri, benchè della medesima natura, cioè non susseguìti da permanente sollevamento. Tali per esempio furono quelli della *Calabria* del 1785, e quelli di *Riobamba* in America del 1797: nei primi la forza con cui si mosse il suolo dal basso all'alto fu tale, da sovvertire intieramente la superficie d'estesi paesi, sbalzando in alto grossissimi massi, ed intiere abitazioni (21); e nel secondo da simulare esattamente l'effetto dell'esplosione d'una mina, e con tal forza, che molti cadaveri degli abitanti di quel paese furono slanciati a distanza (a).

(a) Humboldt, *Essai d'une description physique du Monde*, p. 228.

Ancora i singolari suoni d'esplosioni, o detonazioni, sentiti a maggiori o minori profondità, danno a parer mio valido appoggio alla proposta spiegazione, giacchè un istantaneo sviluppo di gaz o vapori non può a meno d'essere accompagnato dalla produzione di suoni d'intensità proporzionata alla rapidità dell' espansione degli indicati fluidi elastici: perciò mentre l'avvenuta comparsa di questi suoni è conferma all'ipotesi, la loro mancanza sarebbe stata al contrario una potente obiezione. Ed oltre a tali considerazioni devesi aggiungere, che nel caso nostro non saprei quale altra causa ammettere se non l'enunciata, per spiegare l'origine di quei sotterranei romori.

Boussingault giudicando che i terremoti delle Cordigliere fosser prodotti da rovine sotterranee (*tassement*), attribuisce egualmente a queste l'origine dei romori che colà si udirono ([a]). Tale ipotesi non è certamente da adottarsi per quelli della *Val di Fine*, della *Tora* ec., giacchè questi consisterono essenzialmente nel moto di sussulto, il quale non si osservò nel terremoto di cui parla Boussingault, e dove accadde mancò dopo le scosse qualunque abbassamento di livello di superficie, il che certamente sarebbe dovuto avvenire, qualora al di sotto si fossero effettuati crollamenti e rovine, capaci di produrre quelle potenti commozioni.

(a) *Sur les tremblemens de terre des Andes.* Bulletin de la Soc. Géolog. de France. Tom. VI. pag. 52.

CAPITOLO IV.

Ipotesi sulle cause de' terremoti.

Determinata in tal modo, e con quella probabilità che è sperabile in simili indagini, la natura dell'agente che produsse il movimento ed il romore, onde compiere le ricerche sul fenomeno intrapreso a studiare, converrebbe indagare la specie di questo agente, e la causa che lo rese attivo. Ma siccome questa indagine è della categoria di quelle, nelle quali non è sperabile di poter giammai arrivare ad un resultato assolutamente certo, giacchè per la scarsità de' dati non è possibile d'inoltrarsi nelle ricerche ad esse relative senza argomentare sopra supposizioni più o meno gratuite, così ben volentieri mi asterrei dall'intraprenderla, onde non incorrer la taccia d'amatore delle ipotesi. Per altro siccome volendo compiere l'assunto prefissomi, non posso dispensarmi dal ragionare ancora sopra tale argomento; e siccome, riguardo a questo, la scienza non ha per anche da offrire che ipotesi, io pure conviene che di esse mi valga. Lo farò bensì nel modo il più parco, riportando cioè solo quelle di tali ipotesi che giudicansi le maggiormente plausibili, e che sono adottate dai più distinti geologi dell'epoca nostra.

Quantunque si abbiano numerosi esempi di terremoti, che sembrano indipendenti affatto dalle eruzioni vulcaniche, giacchè avvennero in regioni

non vulcaniche, e non furono seguìti da nessuna eruzione, pur non ostante siccome ogni eruzione è da terremoti accompagnata, ed anche molti terremoti accaduti distante dai vulcani cessarono con l'eruzione di qualcuno di questi: e finalmente siccome de' nuovi vulcani si produssero in mezzo al suolo lungamente da' terremoti commosso, così è in generale ritenuto, abbiasi l'uno e l'altro dei detti fenomeni ad attribuire ad una medesima causa.

A confessione di grandi geologi, alla testa dei quali porrò il celebre Barone de Humboldt, può dirsi tuttora ignota la cagione dei terremoti e dei vulcani. Per altro siccome potentissima è l'azione loro sulla terra, e presso che in egual modo i lori effetti si manifestano in ogni punto della superficie di lei, così convien credere che essi sien prodotti da una causa d'indefinita potenza, e generalmente sparsa per tutto il globo. Ora il *calore centrale della terra* essendo il solo agente che gode di tali attributi, ed essendo anche quello il quale risiede ove i fenomeni vulcanici traggono la loro origine, ancora soltanto per tali analogie, sembra che debba ad ogni altra preferirsi quell'ipotesi, la quale fa procedere tanto la causa de' terremoti, quanto de' vulcani da questo potentissimo agente naturale.

Ma quantunque ammettasi generalmente, che l'azione del calor centrale sia il primo motore di questi grandiosi e tremendi fenomeni, pure disparate son tuttora le opinioni sul modo col quale

questo calore dia loro origine, che è quanto dire, avvi tuttora discrepanza sulla causa prossima o immediata di essi.

Non è mia intenzione d'entrare a dibattere tali complesse ed astruse questioni di Fisica terrestre e di Geologia: questo non ne sarebbe il luogo, nè io ne avrei i mezzi. Ma volendo anche soltanto, come ho accennato, far conoscere ai miei lettori lo stato attuale della scienza riguardo al fenomeno, che e per i danni che ha fatto, e per il terrore che ha sparso, tanto interesse ha destato fra noi, non potendo dispensarmi da esporre ed esaminare la più lodata spiegazione che relativamente ad esso è stata proposta, mi conviene incominciare dal parlare, benchè brevemente, della teorica del calor centrale.

A chiunque è versato nella Fisica e nella Geologia, di sicuro è nota questa celebre teorica, conosce sopra quali basi si fonda, e sa egualmente come con essa è agevolato il modo di render ragione di molti fenomeni naturali, altrimenti incomprensibili. Perciò se questo mio scritto fosse destinato soltanto ai cultori delle scienze fisiche, sarebbe non solo inutile, ma anche fuor di luogo il parlarne: siccome peraltro io voglio che servir possa a soddisfare la dotta curiosità d'ognuno, credo conveniente il trattenermi alcun poco sopra di un tal soggetto.

Le accurate osservazioni fatte sulla temperatura della terra entro i pozzi delle miniere, e su quella propria alle acque provenienti da varie profon-

dità de' fori artesiani, han condotto a determinare, che il calore va costantemente e gradatamente accrescendosi con l'approfondarsi nel suolo, nella proporzione d'un grado del termometro centigrado per ogni 25 o 30 metri. Conosciuto un tal costante aumento di temperatura, per tutte quelle maggiori profondità, in cui l'uomo potè direttamente o indirettamente esperimentare, fu con molta ragionevolezza supposto, che il medesimo proporzionale inalzamento di calore continuar dovesse anche in quelle profondità ove è impossibile giungere. Una volta adottata una tal deduzione, dal resultamento d'un semplice calcolo, basato su i dati certi dell'accennato aumento di calore in ragione diretta della profondità, e del grado di temperie occorrente a fondere le pietre le più refrattarie, si arguì che al di sotto di quella scorza solida della terra su cui abitiamo, esser vi dovesse un nucleo o massa centrale, composto di materie incandescenti e fuse.

Ammesso in tal modo che la terra si formi da un nucleo di materie fuse, vestito da una scorza solida, venne estremamente facilitata la spiegazione de' fenomeni dei vulcani: giacchè questi non sarebbero, in tale ipotesi, che spiragli o sfiatatoi, aperti nella crosta consolidata da cui si compone la superficie della terra, attraverso i quali scaturirebbero, spinti dall'immensa lor forza espansiva, i gaz ed i vapori che sprigionar vi si debbono, trascinando seco loro i frammenti infuocati delle pareti dei canali vulcanici, e vomitando ancora

porzione delle materie fuse, le quali si stanno sotto la scorza terrestre, al fondo di questi canali.

La somiglianza grande che si riscontra ne' prodotti di tutti i vulcani, indipendentemente tanto dalla situazione loro sui varj punti della superficie terrestre, quanto dalla natura delle rocce costituenti il terreno che le materie eruttate attraversarono, appoggiano l'esposta ipotesi, provando quasi una sorgente comune a queste materie eruttate. E la general dispersione dei monti ignivomi sulla superficie del globo, e la quasi identità de' fenomeni che accompagnano le loro eruzioni, mentre dimostra che tutti da una medesima e general causa debbono esser prodotti, rende nel tempo stesso più probabile il loro legame col calor centrale, la presenza e l'azione del quale è in egual modo generalmente estesa nell'interno del globo.

Ma quantunque, come ho detto, attualmente tutti i geologi concordino nell'ammettere un calor centrale, e che i più considerino i vulcani come da questo calore dipendenti, pure vi è differenza di parere circa alla causa che determina le eruzioni, e gli altri fenomeni vulcanici. Così Cordier attribuì principalmente le eruzioni vulcaniche alla pressione della scorza solida della terra sulle materie fuse, che nel suo centro son racchiuse: pressione che esso fa dipendere dal continuo, benchè lentissimo, raffreddamento della terra stessa. Imperocchè un tal raffreddamento dovendo principalmente effettuarsi nella parte superficiale del globo, o nella sua scorza solida, deve originare in

questa una contrazione o diminuzione di volume, in conseguenza della quale, secondo il pensiero del Cordier, venendo la scorza terrestre a gravitare potentissimamente sulle materie fuse centrali, deve ancora obbligare parte di queste, o de' fluidi aereiformi che se ne sprigionano, a farsi strada attraverso alle fenditure e spacchi che in detta scorza si trovano (*a*). Altri celebri geologi poi attribuiscono le eruzioni vulcaniche, i terremoti ec. allo sforzo prodotto contro la crosta terrestre dai fluidi elastici che sviluppar si debbono dalla superficie della massa fusa centrale, in conseguenza del sopra indicato lento suo raffreddarsi; sapendosi che allorquando i corpi passano dallo stato liquido allo stato solido, o semplicemente perdono parte del loro calore, sprigionano i gaz che tenevan disciolti. E altri finalmente non trovando neppure nell' accennato sviluppo de' gaz, una causa sufficientemente attiva per dar ragione degli effetti vulcanici, ammessero che le acque liquide della superficie terrestre, passando attraverso qualcuno di quei numerosi spacchi che nella sua scorza si trovano, o prodotti in conseguenza d'un diseguale ritiramento, o dai numerosi movimenti a cui è andata in più epoche soggetta (*b*), possano arrivare

(*a*) Cordier, *Mémoires du Museum d' Histoire Naturelles*, Tom. XV. an. 1827.

(*b*) L' esistenza di tali interruzioni di continuità nella scorza terrestre è dimostrata dalle numerose fenditure che incontransi non solo nei dirupati fianchi de' monti, ma ancora nelle viscere della terra, quando in essa si penetra per la ricerca ed escava-

fin sopra la massa incandescente centrale; e veddero nello sviluppo de' gaz o de' vapori, che deve aver luogo da un tale incontro, la sorgente di quell' immensa forza espansiva, la quale noi giudichiamo necessaria ad agitare parte della corteccia terrestre, ed a produrre le eruzioni vulcaniche. Quest'ultima teorica è adesso delle più seguìte, in quanto che meglio delle altre si presta alla spiegazione de' fenomeni, e dà modo ancora di render ragione dell'intermittenza de' fenomeni stessi, potendosi supporre che l'arrivo dell'acqua sul nucleo centrale non accada di continuo, ma solo di quando in quando.

Era peraltro un potente ostacolo all'accettazione di questa teorica, la difficoltà che a prima vista presentasi a supporre possibile l'arrivo dell'acqua liquida fino al nucleo incandescente terrestre; sembrando che quand'ancora esistesse realmente nella scorza della terra una qualche fenditura cotanto profonda e continuata, da permettere all'acqua de' mari o dei grandi laghi di scendere fino al detto nucleo, questa, anzichè penetrare al di sotto della scorza terrestre, prima di giungere colaggiù dovesse esserne cacciata, e respinta in alto dalla forza espansiva del vapore, nel quale si sarebbe convertita in conseguenza dell'altissimo calore, che

zione delle miniere. Molti di tali spacchi adesso son ripieni da minerali i più pervenutivi dal nucleo centrale della terra, o in stato vaporoso, o disciolti da acque caldissime, o in stato di vera fusione, e costituiscono i così detti *Filoni:* molti poi son tuttora o intieramente vuoti, o solo in parte ripieni.

trovar si deve negli strati solidi prossimi al nucleo fuso. Ma il sig. Angelot in una interessante memoria, inserita nel bullettino della Società Geologica di Francia ([a]), ha con molto ingegno, ed in modo soddisfacente combattuta una tale obiezione. Valendosi egli della conosciuta proporzione d'aumento di calore entro la scorza terrestre alle varie profondità, e del grado di temperatura occorrente a fondere le rocce le più refrattarie, stabilì quale dev'essere l'altezza della scorza solida della terra (circa il quarto del suo raggio); ed a questa aggiunta l'altezza conosciuta del mare che sta sopra lei, ebbe la misura d'una colonna d'acqua, la quale dalla superficie del mare giunga fino alla parte inferiore della scorza solida della terra. Fondandosi allora sopra i calcoli del Biot, relativi alla forza espansiva del vapore proporzionatamente al suo maggior riscaldamento, e determinata qual debba essere la tensione del vapore dell'acqua riscaldata in egual modo che la superficie della massa fusa centrale, mostrò come tal forza, colaggiù dev'essere di gran lunga minore della pressione esercitata da una colonna acquea dell'indicata altezza. Da questi argomenti viene adunque

(*a*) L'articolo del bullettino della Società Geologica di Francia ove contiensi l'ingegnosa teorica del sig. Angelot (Tom. XIII. p. 184), che qui in appresso anderò applicando ai fenomeni presentati in Toscana dagli ultimi terremoti, può vedersi tradotto in italiano nel Giornale *Il Cimento* (Ann. 2.° p. 386), ove il Prof. Pilla lo ha riportato in appoggio alle sue osservazioni relative alle fiamme che accompagnano le eruzioni del Vesuvio.

ad essere ad evidenza dimostrato, come l'acqua nella parte inferiore dei detti spacchi, non solo sarà premuta talmente da renderle impossibile di svolgersi in vapore, ma ancora da poter essere iniettata con forza fra la superficie della massa fusa centrale e la faccia inferiore della scorza solida terrestre.

Ammesso l'incontro dell'acqua liquida proveniente dalla superficie terrestre, con la massa incandescente centrale, resta a sapersi qual è l'ipotesi la più plausibile circa alle conseguenze di questo incontro. Il celebre Humphry Davy, supponendo che il nucleo della terra si formasse di un' amalgama di sostanze metalloidi fuse, vedde nella caduta dell'acqua sopra di quelle la decomposizione di questa, da ciò l'ossidazione de' metalloidi, lo sviluppo dell'idrogene, e nell'espansione di detto gaz l'origine delle eruzioni, de' sollevamenti, dei terremoti ec. Ma numerose obiezioni si fecero a questa teorica, e specialmente quella della mancanza di gaz idrogene nei prodotti delle eruzioni, o almeno d'una quantità d'idrogene corrispondente a quella che produrre si dovrebbe per la decomposizione dell'acqua occorrente a dar luogo alle eruzioni delle immense quantità di lava, ceneri, pomici ec., che da ogni vulcano nei suoi periodi d'attività si producono.

Col supporre non la decomposizione, ma il solo svolgimento in vapore dell'acqua che può giungere per gl'indicati meati a contatto del nucleo incandescente terrestre, s'elimina l'enunciata obiezione.

Di più, mentre la ben conosciuta potentissima forza espansiva del vapore dà modo di render ragione de' fenomeni dinamici prodotti dai vulcani, questa ipotesi è validamente appoggiata dal fatto a tutti noto dell'immensa quantità di vapore acqueo che si solleva da ogni bocca ignivoma, e da quella quantità d'acqua che trovasi come parte costituente d'ogni prodotto vulcanico solido. Seguendo una tale ipotesi spiegasi ancora in modo soddisfacente, come il maggiore sviluppo o manifestazione di forza debba prodursi presso i vulcani; intendendosi agevolmente non potere aver luogo lo svolgimento in vapore dell'acqua racchiusa fra la scorza solida ed il nucleo fuso, e per tal ragione sottoposta a quell' immensa pressione di cui si è addietro parlato, se non che in vicinanza dell' apertura inferiore di quei canali, attraverso i quali han luogo le eruzioni, trovandosi soltanto colà una pressione minore, in grazia della comunicazione che questi canali stabiliscono con l'esterno.

In conseguenza adunque di tutte le plausibili applicazioni di cui è suscettibile l'esposta teorica, e non potendosi fare contro la medesima niuna obiezione d'importanza, essa è la più generalmente adottata, quantunque riposi in parte sopra ipotesi, o sopra dati imperfettamente provati. Peraltro a me sembra che senza allontanarci essenzialmente dall'enunciata maniera di considerare i fenomeni vulcanici, ci accosteremo più al vero non considerandoli come l'effetto d'una sola e semplice causa, ma d'una causa complessa: cioè non riguardandoli

come prodotti soltanto dallo svolgimento dell'acqua in vapore, ma riguardandoli come cagionati ancora e dallo sprigionamento de' gaz che in stato di soluzione, o massima condensazione trovar si debbono entro la massa fusa centrale, e dal fenomeno ammesso dal Davy, dallo sviluppo cioè dell'idrogene in conseguenza della decomposizione dell'acqua. Imperocchè in quanto allo svolgimento dei gaz, per le ragioni poco sopra enunciate esso deve certamente aver luogo, qualora sia vero che i canali vulcanici stabiliscano una comunicazione fra la superficie della terra, e quella della massa fusa centrale: ed in quanto alla decomposizione dell'acqua, sembrami che noi siamo egualmente autorizzati ad ammetterla, in forza della seguente considerazione. L'obiezione la più importante che facevasi a quest'ultima teorica, era, come ho già detto, la mancanza delle fiamme nelle eruzioni vulcaniche, dicendosi e con ragione, che se realmente accadeva sviluppo d'idrogene, una parte di questo dovevasi fare strada fino alla superficie della terra, e colà giunto infiammarsi. Adesso peraltro sembra che il fenomeno delle fiamme ne' vulcani non possa più mettersi in dubbio: già tali fiamme erano state accennate dal Maravigna, e da Bory de Saint Vincent; ma non ha guari il mio collega Prof. Pilla, in una ben circostanziata memoria, ne descrisse di quelle da lui vedute alla bocca del Vesuvio; ed oltre a ciò tutti i geologi conoscono le fiamme, che insieme ai terremoti ed alle detonazioni sotterranee, accompagnarono la comparsa d'alcuni re-

centi vulcani motosi. Ora se devesi ritener per certa la produzione delle fiamme nelle sopra indicate circostanze, non vi ha dubbio che il modo più semplice e più naturale di spiegare un tal fenomeno, si è di considerarlo come prodotto dalla combustione dell'idrogene; e d'altronde, ritrovandosi facilmente l'origine d'un tal gaz nella decomposizione dell'acqua, non saprei perchè questa non si dovesse ammettere entro gl'immensi laboratorj naturali delle viscere della terra.

Esposta così in modo sommario quella teorica che nello stato attuale della scienza, meglio d'ogni altra s'addice a spiegare i fenomeni vulcanici, passiamo a far conoscere come con essa si può render ragione della causa de' terremoti. Suppongasi che una qualche fenditura o meato si formi, o si riapra nella scorza solida della terra, dal basso all'alto (cioè dalla sua interna superficie verso l'esterna); in tal caso una certa quantità di quell'acqua, che secondo l'esposta teorica può trovarsi racchiusa sotto la detta scorza, dovrà risalire con forza grande per questa fenditura, cacciatavi dall'immensa pressione a cui è sottoposta. Una volta però che detta acqua, riscaldata ad una temperie pari a quella del nucleo fuso centrale, per essersi sollevata nella grossezza della scorza terrestre, non si troverà più assoggettata ad una pressione tale da impedirle di convertirsi in vapori, in questi immediatamente si svolgerà, e quindi cagionerà uno sforzo istantaneo, il quale sarà causa di tutti i fenomeni che nei terremoti si riscontrano, cioè romore per l'in-

stantaneità dell'azione, urto, ed in conseguenza di questo, movimento nel terreno circostante: il qual movimento s'estenderà in una maggiore o minore superficie, non tanto in proporzione della intensità dell'urto, quanto della diversa profondità ove questo avrà luogo: e sarà d'una o di un'altra natura, secondo la qualità e grado di resistenza opposta dalle parti in cui l'urto fu prodotto. E siccome istantanea sarà pure o la condensazione del vapore formatosi, quando giungerà in contatto della porzione più esterna, e perciò più fredda della scorza terrestre, o la sua dispersione attraverso quelle fenditure e meati che già vi esistevano, e che sarannosi prodotti in conseguenza dell'urto, spiegasi in modo egualmente plausibile la subitanea cessazione de' moti d'inalzamento, e la rarissima produzione di permanenti sollevamenti, per effetto degli ordinarj terremoti. In tali circostanze peraltro conviene ammettere, che la quantità dell'acqua sollevatasi di sotto la scorza solida terrestre sia comparativamente minima, e che il suo sollevamento accada per meati angustissimi, e perciò con facilità ostruibili; giacchè altrimenti alla commozione del suolo succeder dovrebbe l'apertura in questo d'un amplio e permanente canale, per lasciar passare i vapori sviluppati: nel qual caso darebbesi luogo alla produzione d'un vulcano, *ignivomo* se lo svolgimento dell'acqua in vapore si facesse presso la superficie della massa fusa centrale: o *motoso* se quello svolgimento accadesse distante da questo nucleo, in una parte più super-

ficiale della scorza solida della terra, ed in mezzo o in prossimità di strati sfacelabili di rocce marnose, argillose ec.

CAPITOLO V.

Applicazione dell' esposta ipotesi agli ultimi terremoti della Toscana.

Dato a conoscere nel precedente capitolo come può rendersi ragione della produzione del terremoto con le moderne idee geologiche, fondate sulle azioni e reazioni che vi ha fra la scorza della terra ed il suo interno, riandando gli ultimi relativi avvenimenti della Toscana, vedremo che la teorica ora sviluppata si adatta assai bene ancora a questi; e di più, valendoci di essa, troveremo nella costituzione geologica di quella parte di paese che fu maggiormente commossa, modo di spiegare anche taluni fatti i quali a prima vista sembrano difficili ad intendersi.

Dalla sommaria descrizione che ho dato in principio di quella parte della Toscana, resulta che questa si forma essenzialmente, come tutte le altre porzioni della superficie d'Italia, di due qualità di terreni, fra loro diversissimi tanto per l'età di formazione, quanto per la disposizione delle loro parti, e per i loro componenti: cioè de' terreni terziarj e de' terreni secondarj, oltre i plutoniani, o quelli composti da materie che scaturirono fuse dalle viscere della terra. I secondarj che si for-

marono dai depositi delle acque nelle epoche più antiche, furono poi fra noi talmente rotti e scommossi, da perdere del tutto la situazione loro originaria, in modo tale che attualmente trovansi divisi in altrettante masse allungate, le quali mentre da un lato presentano la faccia inclinata dei loro strati più superficiali, dal lato opposto mostrano le testate rotte delli strati che quelle masse compongono: e stando così disegualmente sollevati, lascian fra loro degli immensi solchi, o bacini. Allorquando accadde quella gran catastrofe che ruppe e disordinò i terreni secondarj, le acque dell'antico mare ricuoprivano la massima porzione della superficie di quel suolo sconvolto; dimodochè essendosi in quei primitivi bacini depositate successivamente in strati paralleli le argille, le arene, e le ghiaje, che le acque continentali al mare trasportavano, ebbero origine i depositi stratificati detti dei terreni terziarj, i quali adesso riempiono in gran parte i bacini stessi, composti di strati quasi che paralleli, quantunque ancor questi terreni terziarj fossero in appresso un poco scommossi.

In conseguenza del modo adesso accennato, con cui si produssero i varj bacini secondarj, o, dicendo in altri termini, del modo con cui ebbero origine le nostre montagne secondarie, le quali formano i bacini stessi, al fondo di ciascuno di essi trovar si debbono delle grandi rotture, effetto di quelli sconvolgimenti per i quali i varj brani de' terreni secondarj si condussero nella situazione in cui adesso noi li vediamo. Dipiù è probabile che altre

rotture vi si producessero, nell' epoca in cui le viscere della terra eruttarono colà quelle sostanze fuse, le quali poi con il loro raffreddamento e con il loro consolidarsi diedero origine alle masse ofiolitiche o serpentinose, che tanto vi abbondano. Ciò premesso, si comprenderà agevolmente, come se dei fluidi aeriformi, o de' liquidi, abbiansi a fare strada dalle viscere della terra verso la sua superficie, essi prescegliеranno gli antichi meati, anzi che originarne de' nuovi; ed anche come qualora essendo questi ostrutti, e nuovi meati debbano formarsi, sempre a preferenza questi si produrranno ove prima erano esistiti, giacchè essendo in que' siti interruzione di continuità delle masse, saranno quelli che presenteranno minor resistenza. Ma al di sopra di queste antiche primarie rotture, le quali in direzione più o meno inclinata approfondansi nella scorza terrestre, si trovano i terreni terziarj disposti in strati quasi orizzontali, facendo così obice esteso a tutto ciò che dai detti meati tentasse di sollevarsi: dimodochè qualora per questi, o acque incandescenti o gaz e vapori si sollevassero, l' urto principale di tali fluidi si dovrebbe esercitare contro quelli strati presso che orizzontali dei terreni terziarj.

Ora supponiamo, a seconda della sopra esposta teorica, che per li spacchi o meati de' terreni secondarj e plutonici si faccia strada una certa quantità di quell' acqua caldissima, ed estremamente premuta, la quale abbiamo veduto come può trovarsi galleggiante sopra il nucleo centrale fuso della

terra. Se quest'acqua giungerà in tale stato fino all'apertura superiore delle indicate fenditure, arrivata colà ove la pressione è infinitamente minore, con la sua dispersione in vapore, che ne sarà l'immediata conseguenza, dovrà produrre quell'urto di cui sopra abbiamo ragionato, causa del terremoto, il quale quantunque esercitando eguale azione contro tutte le circostanti masse, produrrà peraltro maggiore effetto nei terreni terziarj, giacchè questi oppongono la minor resistenza; mentre non avendo in loro la continuazione della fenditura per cui i vapori giunsero dal di sotto dei terreni secondarj, non si possono per questa fare strada fino all'esterno. Ed ancora lo stesso presso a poco accaderà, supponendo che lo svolgersi dell'acqua in vapore s'effettui in una parte più o meno elevata delli spacchi dei terreni secondarj; con la differenza peraltro, che in questo caso anzichè giungere l'acqua allo stato liquido fino alla parte inferiore dei terreni terziarj, vi giungerà allo stato vaporoso. Con tutto ciò, nell'uno e nell'altro caso, ancora le pareti di questi spacchi dovran fortemente risentire dell'impulso, e comunicarlo così a tutte le masse di cui fan parte; sempre peraltro con maggiore effetto nei terreni terziarj, giacchè son quelli che per la loro minor mole e compattezza presentano la minore resistenza, e per la loro situazione son più atti a ricevere e comunicare l'impulso di basso in alto.

Ecco adunque come con tal modo di vedere arrivasi ad intendere la causa di quel singolare

fenomeno osservato in Toscana nell'ultima catastrofe, e precedentemente riconosciuto in molte altre simili circostanze, come nei terremoti di *Calabria* (20), in quelli di *Siena* (22), di *Bologna*, dell'*Umbria* ec. (23); cioè che i terreni terziarj furon molto più fortemente commossi de' terreni secondarj e de' plutonici, e come fra tutti i varj terreni terziarj quelli formati di mattajone, cioè i più inferiori, siano quei che maggiormente risentirono l'azione del terremoto: fenomeno il quale sembrami aver dimostrato, non potersi plausibilmente spiegare attribuendolo soltanto alla maggiore disgregabilità che hanno questi terreni per causa della poca coesione de' materiali di cui si compongono. Ora nel caso nostro, supponendo che l'ascensione dell'acqua atta a svolgersi in vapore, siasi effettuata per fenditure formatesi nelle interruzioni di continuità che esister debbono al fondo della *Val di Fine* o della *Tora*, fra la catena de' monti secondarj e plutonici, che scorre da *Rosignano* a *Livorno*, e quella dal *Colle Montanino* e *Chianni* a *Riparbella*, comprenderemo facilmente come l'espansione di quest'acqua in vapore, accadendo entro questi spacchi, o presso la loro parte superiore, mediante l'urto laterale debba aver commosso le catene dei monti secondarj, con le cui masse continuasi quella che forma le pareti dei meati stessi (cioè le due indicate catene, e quella da *M. Vaso* a *M. Catini*, quelle de' *Monti Pisani* ec.), mentre l'urto verticale dirigendosi contro li strati de' terreni terziarj che orizzontalmente a quei

meati son soprapposti, debba aver più fortemente agito contro di essi, e debbasi essere più potentemente comunicato nelle pianure di *Vada*, di *Cecina*, di *Pisa*, di *Livorno*, ed anche a quella che forma il fondo del prossimo mare: imperocchè la base di tutte queste estensioni di suolo altro non è che una continuazione de' terreni più particolarmente urtati (8. 9).

Se supponesi poi che le acque caldissime provenienti dalla parte superiore del nucleo incandescente, ascendessero fino a quel livello ove la pressione è tale da permettere il loro svolgimento in vapore, non per una fenditura che sbocchi nel fondo de' bacini terziarj, ma per una di quelle che terminano ne' terreni secondarj, allora l'espànsione effettuandosi in mezzo a questi terreni, tutte quelle masse formate dai medesimi, le quali si trovano soprapposte al luogo dell' espansione, fortemente ne saranno commosse, ed in tal caso il terremoto si farà sentire in principal modo nei terreni secondarj. Questo fu appunto quello che accadde nel Febbrajo 1834 nel *Pontremolese*, allorquando, essendosi scossa una non piccola porzione dell'Appennino, furono gravemente danneggiati molti paesi posanti sopra le dure rocce arenacee di que' monti; e nel 1837 in *Lunigiana* (*a*), quando non solo *Uglian Caldo*, *Minucciano*, *Argigliano*, *Monte Fiore*,

(*a*) Si veda l'interessante relazione stata data dal sig. Girolamo Gargiolli, attuale Provveditore della Camera di Soprintendenza Comunitativa di Pisa, nel *Giornale Agrario Toscano*, Tom. XI. Disp. 3.ª del 1837, pag. 207.

Regnano e le altre circonvicine borgate poste sopra i colli di macigno furono sconquassate, ma ancora fu scossa con tanta violenza l'altissima mole calcaria del *Pizzo d'Uccello,* che ne crollarono le sue vette, e precipitarono nelle sottoposte valli dei massi staccati dalle sue pendici (*a*).

Questa stessa teorica spiega egualmente bene, come di già ho indicato, la produzione dei rombi e detonazioni sotterranee; e supponendo che il vapore, o qualunque altro fluido aeriforme, il quale si sollevi dai detti spacchi, facciasi strada ora più verso un lato de' depositi secondarj o terziarj, or verso l'altro, si ha modo di comprendere come in uno stesso periodo di scosse, non sieno costantemente agitate tutte le stesse porzioni di suolo. Ammettendo poi che parte del vapore prodottosi al di sotto delli strati terziarj, facciasi strada fino

(*a*) Nell'esteso, ed erudito libro sul terremoto dell'Agosto, ultimamente pubblicato dal mio collega Prof. Leopoldo Pilla (*Istoria del Tremuoto che ha devastato i paesi della costa Toscana il* 14 *Agosto* 1846), e che per esser venuto alla luce quando già era inoltrata la stampa di questo mio lavoro, non ho prima d'ora potuto citare, trovo un altro esempio di terremoti che sembra debbansi referire alla seconda categoria di cui qui sopra ho fatto parola, cioè di quelli i quali furono cagionati da espansioni di gaz o vapori, avvenute entro o al di sotto de' terreni secondarj. Son questi quelli che accaddero il 1786 nel *Barghigiano,* e che il prelodato Professore descrive a seconda della relazione fattane nell'anno stesso dal Dott. Francesco Tallinucci. Imperocchè non solo essi scossero con gran violenza i bassi colli terziarj di quel paese, ma agitarono fors'anche con maggior veemenza il *Monte di Gragna,* e l'immensa *Pania,* montagne amendue le quali intieramente si formano di rocce secondarie delle più antiche, come delle più compatte e tenaci.

alla superficie della terra, rendesi ragione dell'abbondante scaturir dei vapori, non di rado veduto nei terremoti: come supponendo che insieme con l'acqua caldissima, risalga in alto ancora parte di quel gaz idrogene che dalla sua decomposizione devesi produrre, si ha la spiegazione delle fiamme, le quali ancor esse alcune volte furon vedute durante i terremoti.

Quantunque l'esposta ipotesi sia, come ho mostrato, quella che nell'insieme dà ragione meglio d'ogni altra delle spaventose catastrofi naturali che di quando in quando spandono la desolazione in una o in un'altra parte della terra, pure non debbo tacere che nemmeno questa va esente da ogni obiezione, essendovi alcuni de' fenomeni presentati dai terremoti, i quali mediante di essa non riesce spiegare con la desiderabile perfezione e semplicità. Così, per esempio, non intendesi pienamente qual sia la causa della breve durata de' periodi di commozione, e dell'intermittenza delle scosse. Si è detto che solo a quando a quando l'acqua può scendere dalla superficie terrestre, fin sopra il nucleo incandescente: come si è detto che le fenditure per le quali risalgono quelle acque divenute caldissime, dovendo esser estremamente ristrette, possono anche venir richiuse dall'urto stesso prodotto dall'espansione del vapore. Può credersi ancora che questi tenui spacchi sieno ostrutti dall' iniettarsi entro loro parte della materia fusa centrale, o dal riserrarsi dell'apertura loro inferiore: ma queste son tutte ipotesi

molto vaghe, e di più che malamente spiegano le ripetizioni delle scosse, le quali per il solito accadono in uno stesso periodo. Se poi si considerano quelli avvenimenti che nella Toscana precedettero i terremoti, troveremo anche in questi motivo d'obiezioni. Avanti il gran terremoto del 14 Agosto vi fu la comparsa della polla nella *Fine*, s'osservarono i movimenti della superficie del mare presso *Livorno*, ed i romori sordi nel suo fondo. Direbbesi quasi che fin d'allora seguiva una lenta espansione entro il nostro suolo, per la quale ne scaturivano al di fuora come spremute le acque sotterranee, s'agitavano, e romoreggiavano quelle del mare. E se lo straordinario calore, l'aria affannosa, il cielo nebbioso, ed il sole velato che precedettero la venuta de' terremoti dell'Agosto, come appunto accadde in molte altre circostanze consimili, fossero avvenimenti realmente legati con le consecutive commozioni terrestri, quale spiegazione daremo noi a tali fenomeni, seguendo la proposta ipotesi? Si ha forse da dire che fin d'allora essendosi introdotte nella parte inferiore del supposto spacco le acque incandescenti, e per questo risalendo verso la superficie della terra, penetravano framezzo alli strati più profondi del sottoposto suolo, e producevano non tanto quei lenti moti che davano origine alle polle, ed al non consueto stato del mare, ma ancora che cagionavano negli imponderabili tal movimento, e tal disequilibrio, che lo stato ammosferico ne risentiva un'influenza apprezzabile anche da noi? Nell'incertezza

in cui siamo, tanto riguardo al nesso che esister può fra li straordinarj fenomeni ammosferici e quelli tellurici, quanto riguardo alla vera causa di questi ultimi, certamente non saprei qual basato giudizio pronunziare in proposito.

Io ho esposto questi miei pensamenti, non con la speranza di sollevare il velo da cui son nascosti simili arcani naturali; ma piuttosto all'oggetto di mostrare con maggior precisione e chiarezza, le obiezioni che far si possono anche a quella ipotesi, la quale adesso sembra la più plausibile. Può darsi che nuovi fatti provino esser giuste le interpetrazioni da me additate, come è ancora possibile che si trovi un differente e più adattato modo per spiegare quei fenomeni tuttora oscuri; e nell'uno e nell'altro caso, l'ipotesi proposta prenderà maggior consistenza. Ma è possibile avvenga il contrario, ed allora essa seguirà la stessa sorte d'un gran numero d'altre ardite concezioni dello spirito umano, le quali furon fatte crollare dagli ulteriori progressi scientifici, mentre che da questi davasi luogo a delle nuove teoriche (a).

(a) È possibile che un' altra teorica della causa de' terremoti emerga adesso dalla scoperta fatta dall'inglese R. Grove, la quale è giunta a mia notizia durante la stampa di questo scritto, cioè della decomposizione dell'acqua ne' suoi due principj, quando trovasi in alcune particolari circostanze, e specialmente sotto l'influenza di forte pressione, e d'elevata temperatura. Non conosco per adesso che imperfettamente l'esperienze del fisico inglese; ma per altro sembrami che quando i loro resultamenti possano applicarsi alla spiegazione de' fenomeni vulcanici, essi modificheranno, ma non cambieranno essenzialmente la teorica qui addietro esposta.

In conseguenza di tali considerazioni, io non mi tratterrò maggiormente sopra indagini teoretiche, e qui porrò termine a questo scritto: il quale se può avere una qualche reale e fondata importanza scientifica, essa a parer mio deve ritrovarsi nella genuina esposizione de' fatti, ed in quelle relative considerazioni da me riportate, le quali derivarono dal loro ordinamento.

APPENDICE

NOTIZIE RELATIVE AL TERREMOTO AVVENUTO IN VAL DI CECINA LA SERA DEL 25 NOVEMBRE 1846.

I fenomeni presentati da questo terremoto tanto in rispetto della sua forza, quanto della linea in cui principalmente si è manifestato, sembrandomi autorizzarci a stabilire avere avuta un' origine diversa di quello del 14 Agosto, e degli altri che a questo tennero dietro, ho creduto non dover trascurare di farlo conoscere in quest'opuscolo, malgrado che allorquando ne ebbi notizia, la stampa del medesimo toccasse quasi al suo termine, e che solo mi fosse possibile di parlarne in appendice.

Il terremoto di cui intendo discorrere avvenne alle ore 10 e ¼ circa della sera dell'indicato dì 25 Novembre, dopo una giornata come le precedenti nuvolosa, ma di dolce temperatura, imperocchè i venti dominanti erano il S. O., o il S. E. Fu preceduto da un forte rombo, il quale per quel che mi fu detto, sentissi anche dalle colline pisane, e specialmente da quelle di *Lari*: ebbe breve durata, dai più essendo stata calcolata di cinque, o di otto secondi: il moto non fu che oscillatorio, ma assai violento. Nè la pianura di *Pisa*, nè la *Val di Tora*, e neppure la parte settentrionale della *Val di Fine* sentirono il movimento; ma tutta ne fu scossa la *Val di Cecina*, appunto come nel primo terremoto

di quest'anno, cioè in quello del 7 Agosto, giacchè fortemente furono agitati i paesi di *M. Scudajo*, *Guardistallo*, *Riparbella*, *Querceto*, *Serra*, *Serazzano*, *Libbiano*, *Pomarance*, le *Moje*, *Volterra*, *Berignone*, *M. Cerboli*, *Castel Nuovo di Val di Cecina*, *Fosini* ec.

Rosignano pochissimo fu scosso, talchè molti dei suoi abitanti non lo sentirono. Lo stesso fu a *Castel Nuovo della Misericordia*, mentre invece *Nibbiaja* ebbe commozione tanto violenta, da far cadere un puntello che reggeva un arco della piccola chiesa, pericolante per cattiva costruzione. Alle *Saline* o *Moje di Volterra*, presso il letto della Cecina, fu sentito da tutti gli abitanti; il che non avvenne nell'elevata Volterra, ove sembra si comunicasse il movimento con assai minore intensità. *Siena* restò tranquilla, ma fu agitato sensibilmente *Radicofani*.

Prima di quest'ultima scossa si erano in gran parte calmati i violenti fenomeni ammosferici, incominciati dopo i precedenti terremoti, e la stagione aveva ripreso l'andamento che suole avere in quell'epoca dell'anno fra noi, cioè procedeva con piogge non rare, tranquille, moderate, ed interrotte. Ma dopo che fu avvenuta la scossa, immediatamente si riprodusse un notevolissimo cambiamento nelle meteore. Le nubi sorgevano fra scirocco e libeccio dense, oscure, irregolari, aventi in somma tutti que' caratteri temporaleschi proprj alla primavera; alle semplici piogge successero sfrenati diluvj, accompagnati da spessi lampi, da tuoni cupi e prolungati, non di rado anche da sca-

riche di grandine: e le notti del 4 e dell'11 Dicembre furono più dell' altre spaventose per il terribile fragore de' numerosi fulmini, specialmente in quella porzione di paese volterrano che resta fra la valle della *Trossa* e quella dell'*Era*. I venti che quasi sempre spiravano fra scirocco e ponente, a quando a quando divennero impetuosissimi, prendendo la direzione di libeccio: e questo stato di cose è continuato fino all'abbondante caduta di neve del 12 Dicembre, dopo la quale il tramontano dileguò le nubi.

Esposti così i più interessanti fenomeni ultimamente avvenuti in Toscana, se vuolsi giudicare qual fosse la provenienza del descritto terremoto argomentando dalle surreferite notizie, sembrami potersi asserire essere stata questa assolutamente diversa da quella del terremoto del 14 Agosto, come pure di tutte le altre che alla medesima tennero dietro. Giacchè mentre quello del 25 Novembre agitò quei paesi posti lungo la *Cecina*, i quali dopo la scossa del 14 erano rimasti tranquilli, esso al contrario non si fece sentire nè ad *Orciano*, nè a *Lorenzana*, nè in quei territorj limitrofi, nei quali precedentemente tutti i terremoti furono violentemente sentiti, e nei quali ancora molti ve n'ebbero dei così lievi, che a niuno dei circonvicini paesi si propagarono.

Aggiungiamo in prova della differente provenienza di questi terremoti, come quello del 25 Novembre con l' essersi non solo fatto sentire per l'intiera *Val di Cecina*, ma propagato ancora fino

a *Radicofani*, mostrò di avere una direzione da N. O. a S. E., cioè del tutto diversa da quella dei terremoti di *Val di Fine*; e come mentre i terremoti di *Val di Fine* sempre produssero effetti più violenti ne' terreni terziarj, dalle notizie raccolte relativamente all'ultimo della *Val di Cecina*, direbbesi che l'azione di questo si fosse manifestata con maggior vigore ne' terreni secondarj e plutonici; giacchè, come ho accennato in principio, mentre in modo debolissimo si comunicò il movimento alla parte bassa di *Castel Nuovo della Misericordia*, con molta forza fu agitata *Nibbiaja*: a *Libbiano* e *Serrazzano*, paesi fabbricati sopra monti di gabbro ed alberese, fu sentito con più violenza che nei colli terziarj di *Serra* e di *Volterra*; *Monte Cerboli*, *Castel Nuovo di Val di Cecina* e *Fosini* basati sopra monti secondarj, furono anch'essi scossi con non lieve violenza. Ed oltre a tutto questo, farò osservare finalmente in appoggio all'esposta idea, come nel tempo che restarono tranquilli i paesi del *Senese*, posanti sul solito terreno terziario, partecipò della commozione la montagna vulcanica di *Radicofani*, benchè situata a non breve distanza.

Rilevandosi adunque dai fatti precedentemente esposti che il terremoto del 25 Novembre si è reso manifesto in un' estensione di paese maggiore di quella stata agitata dai terremoti d'egual forza avvenuti nella *Val di Fine*, siamo autorizzati a dedurne che quello ebbe una sede più profonda di questi; e le considerazioni adesso riportate indicando come quella causa perturbatrice la quale diè luogo all'ul-

timo terremoto, fe' risentire la sua azione più direttamente nei terreni secondarj e plutonici che nei terziarj, dimostrano, a parer mio, che la detta causa agì non solamente al di sotto de' terreni terziarj, come stabilimmo essere accaduto ne' terremoti di *Val di Fine*, ma ben anche al di sotto de' nostri terreni secondarj, o nel loro mezzo.

Quantunque le dedotte conseguenze derivino immediatamente e per loro stesse dalle cose riportate, e siano in perfetto accordo col modo stabilito nel presente scritto di considerare questa specie di fenomeni naturali, pur non ostante non debbo omettere di fare avvertire, come ond'essere pienamente certi della giustezza delle conseguenze medesime, converrebbe avere una cognizione più estesa e completa de' fenomeni presentatisi nella sera del 25 Novembre, di quella la quale mi è stato possibile di procurarmi mediante le corrispondenze, o le relazioni verbali.

Comunque sia, credo che l'avvenimento di quest'ultimo terremoto, anzi che dovere accrescere la perturbazione d'animo in cui son tuttora varj abitanti dei paesi percossi dalla catastrofe del 14 Agosto, servir debba a rassicurarli, specialmente riguardo a quei timori che sento esser nati in alcuni, cioè della possibilità dell'apertura d'un qualche vulcano nel mezzo della *Val di Fine*. Imperocchè se la causa de' terremoti e de' vulcani è quale generalmente si crede, se è cioè uno sprigionamento di gaz o vapori, provenienti in qualche modo da un focolare comune collocato nelle sottostanti vi-

scere della terra, l'essersi manifestati de' movimenti in località diverse ma non lontane da quelle ove precedentemente per tante volte si ripeterono, conduce a stabilire che adesso sien chiuse, o almeno di tanto diminuite le fenditure per le quali si facevano strada i detti fluidi sotto la *Val di Fine*, da non esser più sufficienti a fare sfogare a traverso di loro que' fluidi espansibili i quali, per circostanze non determinabili, nel sottoposto spazio s'accumulavano.

Ma ancora senza ricorrere a tali induzioni, ed attenendosi soltanto a quanto l'esperienza ci mostra, credo poter dichiarare assolutamente chimerico il timore della produzione di un nuovo vulcano; giacchè in primo luogo rarissimamente si produssero montagne ignivome in terreni come i nostri non vulcanici; in secondo luogo perchè questi rarissimi avvenimenti soglion più spesso effettuarsi nel fondo del mare, anzichè in terraferma: ed in terzo ed ultimo luogo, perchè ben altrimenti potenti e spaventosi sono i fenomeni che precedono la comparsa di nuovi vulcani, mentrechè sconturbamenti d'una forza e d'una durata molto maggiore di quella mostrata dagli avvenimenti della *Val di Fine*, si terminarono col ritorno della perfetta calma, e del consueto stato di cose.

NOTE ILLUSTRATIVE

(1—9) *Cenni sulla costituzione geologica del suolo di varj castelli, borgate ec. del paese danneggiato dal terremoto dell' Agosto decorso.*

Ho di già mostrato quale è la configurazione delle valli più devastate, la direzione e struttura delle montagne che le dividono o che le limitano; ma temendo di nuocere con minute descrizioni alla chiarezza dei ragionamenti, non diedi a conoscere con quel minuto ragguaglio necessario a fare adeguatamente apprezzare il valore degli effetti del terremoto, la struttura del suolo su cui riposano diversi de' paesi che ho avuto occasione di nominare. Pensai adunque di supplire a tal mancanza, esponendo qui riunite tutte quelle notizie sulla costituzione geologica del suolo degl' indicati paesi, le quali mi sembrano indispensabili allo scopo del presente scritto: e mi approfittai di questa stessa occasione, per particolarizzare maggiormente quelli effetti del terremoto relativi ai paesi stessi, che solo aveva potuto accennar di passaggio.

(1) *Rosignano* sta sul promontorio che forma l'estremo meridionale de' monti livornesi, ed è edificato quasi intieramente sopra un mantello d'alberese e di schisti, il quale fodera dalla parte d'occidente il nucleo di quella montagna, nucleo che formasi della stessa serpentina che costituisce la

parte centrale della catena. Sul collo mediante cui l'indicato promontorio continuasi verso il N. con le altre montagne, sta una falda di calcaria terziaria tufacea o grossolana, la quale estendendosi sul versante orientale del monte, arriva in basso al mattajone, da cui componesi tutta la sottoposta valle: e siccome il fabbricato di Rosignano estendesi molto sul crinale dalla parte di settentrione, così varie delle sue case riposano sopra l'estremo lembo di questa falda terziaria.

(2) *Castel Nuovo della Misericordia, e Paltratico.*— *Castel Nuovo della Misericordia* è un grosso villaggio posto sul fianco rivolto a levante de' monti livornesi; sta poco sotto la massa ofiolitica che ne costituisce il crinale, e precisamente a quel livello ove è l'estremo lembo de' terreni terziarj, e dove questi riposano sopra gli ultimi strati secondarj; di modo che formandosi esso da più gruppi di case distanti alcun poco fra loro, tre di questi, cioè *Castelnuovo* e *Castelvecchio* hanno le loro fondamenta ne' terreni terziarj, mentre i *Campacci*, le *Case nuove* e le *Capannacce* le hanno nei secondarj. Tali terreni colà non consistono che in strati d'alberese alternanti con argille schistose, ed in essi in qua ed in là penetrano dike ofiolitiche; una di queste contenente indizj di minerale di rame, vedesi presso le *Capannacce*. I terreni terziarj che son prossimi a *Castelnuovo* si formano da un grosso strato di tufo arenoso giallastro biondo, ricco di conchiglie, specialmente di *Pecten*, riposante sopra la solita marna argillosa grigia, o mattajone, da cui quasi per intiero si compongono i colli della sottoposta *Val della Fine*, e più inferiormente presso il contatto dell'alberese, da strati piuttosto sottili di una roccia non impastabile dall'acqua, e che rassomiglia a mattajone indurato. La calce solfata a ferro di lancia abbonda in quest' ultima roccia, in alcune determinate località. Del banco superficiale di tufo arenaceo trovansi soltanto alcuni grandi brani isolati, e sopra di essi stanno la torre di *Castelvecchio*, ed il gruppo di case detto *Castelnuovo*. I poderi poi del sottoposto paese giacciono tutti sul mattajone, e son quelli che hanno maggiormente sofferto in conseguenza del terremoto; fra i quali i più danneggiati furon quei dell'*Uccelliera*, di

Bagnolo, Lecciaglia alta e *bassa* ec. *Castelnuovo,* e la torre di *Castelvecchio,* posanti sul tufo, soffrirono danni minori. Niuna offesa ebbero le fabbriche delle *Capannacce,* delle *Case nuove,* e de' *Campacci,* che sono sul terreno secondario, come neppure soffrì la casa rurale detta *Marzocco,* nè il podere del *Querciolo,* giacchè ancor questi posanti sopra il terreno secondario; mentre che la casa detta il *Botraccio,* distante appena 300 pertiche dal sopra nominato podere, ma impiantata sul terziario, ebbe danni notevoli.

Poco distante da *Castelnuovo,* dalla parte di tramontana, vi ha la villa e fattoria di *Paltratico,* fabbriche edificate ancor esse sul margine del terreno mattajonoso, le quali pure molto soffrirono.

(3) *Castel di Gabbro.* — È questo un villaggio composto da non molte case, in generale meschine e mal costruite. Risiede in una insenatura rivolta al S. del versante orientale delli stessi monti livornesi, al nord di *Castel Nuovo della Misericordia,* dal qual paese è in retta linea distante circa tre miglia. Come *Castel Nuovo* sta al limite dei terreni terziarj e secondarj, ma esso è quasi tutto fabbricato sopra una scoscesa pendice del sovrastante monte di serpentino, di modo che i lievi danni che han sofferto alcune fabbriche della sua parte inferiore, come la *Canonica,* la *Casa Cecconi* ec., consistenti in sole crepe, si posson forse in parte attribuire alla non sufficiente stabilità delle loro fondazioni, per la ripidezza de' sottoposti scogli.

Le colline terziarie formate quasi da solo mattajone, appoggiano in basso al paese sopra la montagna serpentinosa che lo sostiene, e di là senza interruzione alcuna, s'estendono fino a *Paltratico, Castel Nuovo, Orciano* ec.

(4) *Colognoli, e le Parrane.* — Sta *Colognoli* sopra quello sprone di terreno terziario, riposante sul fianco orientale della gran massa di gabbro de' monti livornesi, il quale sprone divide la *Val di Tora* dalla *Val di Fine.* Il mattajone forma la parte di questo sprone, su cui passa la strada Emilia; ma accostandosi a *Colognoli* succede a tal roccia un deposito, o alternanza di strati di marna indurata rossastra,

con strati ove il carbonato calcare predomina, la quale alternanza forma quel non alto deposito riposante immediatamente sul gabbro, e che sostiene sopra il suo dorso spianato il nominato villaggio. Dal lato di tramontana, presso la sorgente della *Morra,* subentra al descritto deposito quel calcare grossolano, esso pure terziario, che estendendosi a maestro va a servir di base ai varj villaggi denominati le *Parrane,* vale a dire *Ceppeto, Parrana di S. Giusto,* e *Parrana di S. Martino*. Colà il medesimo calcare in alcuni luoghi racchiude tal quantità di sabbia, da passare ad una grossolana arenaria, e connettesi direttamente col mattajone. Pochi danni soffrirono le case di *Colognole,* e ciò, a parer mio, per avere sotto di sè a poca profondità la gran massa serpentinosa, dalla quale non son distanti le sue fondamenta che la mediocre grossezza di quel lembo di terreno terziario.

(5) *Lorenzana, Luciana, Orciano, Scutriano, Pieve di S. Luce.* — *Lorenzana* è fabbricata sopra una collina terziaria di forma bislunga, il cui maggior diametro dirigesi quasi da N. a S., e che mentre nella parte più bassa componesi di mattajone, nella più alta o superiore è formata da un alto strato di arena giallastra, mista a banchi di tufo o panchina più o meno compatti, abbondanti in conchiglie. Struttura analoga hanno i colli che sorreggono *Luciana, Fauglia, Tremoleto, Tripalle* e quasi tutte le così dette *Colline Pisane* che sono a levante del *Torrente Isola,* differendo in queste peraltro la grossezza e compattezza de' banchi di tufo, ai quali qualche volta subentra un puro strato arenaceo. Nella prossima *Val della Fine* estendesi il terreno del mattajone, ma non si trova il deposito a questo superiore delle arene o de' tufi, così che *Orciano, Scutriano,* la *Pieve di S. Luce* e tutti i numerosissimi poderi della valle sono immediatamente piantati sul mattajone. Circa alla natura di questa roccia, alla configurazione de' poggi che di essa si formano, ai numerosi segni di metamorfismo o plutonizzazione che in esso si riscontrano, si può vedere quanto ne scrissi parlando de' mattajoni Volterrani (*a*).

(*a*) *Memorie per servire allo studio della costituzione fisica della Toscana*. Parte 2.ª p. 108.

(6) *Riparbella.* — È una terra assai grossa che trovasi presso la riva destra del fiume *Cecina,* ma nascosta entro una insenatura profonda dalla parte più meridionale dei monti secondarj, dai quali è fiancheggiata a levante la *Val della Fine.* Le rocce *ofiolitiche,* e le secondarie da queste plutonizzate, formano l'ossatura de' poggi che circondano *Riparbella,* ma gran parte di questi sono in basso foderati da un mantello di mattajone e panchina, continuazione del gran deposito terziario da cui è formata la prossima *Val della Cecina.*

(7) *Volterra.* — È fabbricata questa antica città sopra una montagna composta esclusivamente di terreni terziarj, elevata sul mare 1740 piedi, la quale divide la *Val d'Era* dalla *Val di Cecina.* Un assai alto strato di tufo e panchina, inclinato verso la *Val d'Era,* forma la parte superiore della montagna, e sopra questo sta *Volterra;* tutta la rimanente parte della montagna stessa formasi di mattajone, in specie dal lato della *Cecina.* Questà città nel 14 Agosto fu scossa in modo da avere alcune rovine: mentre le fabbriche della Regia manifattura del sale, le quali stanno alla falda del monte, a livello della *Cecina,* non ebbero che lievissimi danni. Dopo il nominato giorno restò il monte di Volterra tranquillo fino alla notte del 25 Novembre, nella qual epoca fu agitata, benchè meno violentemente degli altri colli di *Val di Cecina.*

(8) *Pisa.* — Il suolo sul quale è fabbricata la città ha per base un banco di marna argillosa grigio-cinerea, la cui profondità non è conosciuta, e nella quale si son trovate alcune conchiglie fossili, specialmente stagnatili (*Cardium aedulis*). Giace sopra di questo banco uno strato di varia grossezza di terra argillosa giallo-ocracea, impreguata di cuora o torba motosa, nella quale non son rari i pezzi di ferro limaccioso: e finalmente vi ha lo strato superficiale, formato da materie trasportate dagli uomini, dai frantumi delle sue abitazioni, e da terra vegetabile. Quest' ultimo deposito ha un' altezza di tre o quattro braccia entro la città, e da esso sono nascoste le fondamenta di Pisa antica.

Fuora delle mura urbane quest'ultimo strato è molto più sottile, e formasi da sola terra vegetabile mista ad argilla alluviale, portatavi dalle irruzioni dell'Arno, o del Serchio.

(9) *Livorno.* — Sta *Livorno* sul margine settentrionale d'un piano, che partendo dalla falda dei monti di *Limone* e *M. Nero,* insensibilmente abbassandosi va dal lato di N. O. ad immergersi in mare, e da quelli di N. e N. E. sotto i terreni uliginosi della *Paduletta* e di *Stagno*.

Verso la falda dei nominati monti, sorgono al di sopra del terreno pianeggiante de' bassi colli formati da calcaria alberese e da schisti, le quali rocce assai s'estendono al di sotto del terreno superficiale anche dal lato di Livorno, come fu veduto in occasione d'escavare pozzi, e profondi fondamenti; ma in prossimità maggiore della città, nello spazio su cui essa riposa, il terreno più profondo che si conosca, è formato da marna argillosa compatta, contenente nella parte sua superiore non solo testacei fossili dell'epoca subappenninica, ma ancora ossa di vertebrati e specialmente d'Elefante. Superiormente poi a questa marna, o mattajone, vi ha uno strato arenaceo con concrezioni tufacee; e questo strato, poco al di là del perimetro delle antiche mura, trovasi convertito in un assai grosso banco di tufo arenaceo, ancor esso in alcuni siti racchiudente fossili di varie specie, benchè d'epoca più recente, come Echini, Mitili, Brumiti, *Elis aspersa,* ed anche, benchè raramente, de' frammenti di terra cotta.

Questo strato tufaceo, il quale certamente devesi referire a quella serie di terreni da alcuni chiamati quaternarj (*a*), non solo estendendosi fino al lido del mare, ma continuandosi ancora al fondo di esso, dà origine a quelle scogliere che veggonsi sorgere presso la costa, ed a quelle secche le quali mentre in generale rendono pericoloso ai non pratici naviganti l'accostarsi alla terra, alcune di loro al contrario, avendo sufficiente estensione, quantunque in-

(*a*) Si veda la descrizione e classazione di questo terreno da me data nelle *Memorie per servire allo studio della costituzione fisica della Toscana,* pubblicate nel 1839, a p. 15.

tieramente sommerse, oppongono all' impeto de' flutti burrascosi un tanto valido freno, che formano delle comode e sicure *rade,* entro le quali trovan rifugio i più grossi navigli. Tale è la secca posta a rimpetto di *Vada,* e l'altra maggiormente estesa che sta di faccia al porto di *Livorno,* e sulla quale è fabbricata la *Torre della Meloria*. Anche la *Torre del Fanale* ha il suo imbasamento sopra un esteso e compatto banco di tufo, della stessa natura di quello di cui fin qui ho discorso.

(10) *Straordinario sviluppo di gaz idrogene accaduto nella miniera di rame di M. Catini di Val di Cecina.*

Il minerale di *M. Catini,* come già è noto, trovasi in ammassi più o meno grandi, dispersi entro filoni i quali percorrono quella roccia metamorfica detta *Gabbro rosso,* la quale forma gran parte della montagna denominata *Poggio alla Croce,* nel cui interno e nelle cui prossimità stanno i lavori di quella ricca miniera. Già da varj anni fu intrapresa una grandiosa galleria di scolo, la quale dalla parte più bassa di detta montagna inoltrasi nel suo interno, partendo dalla falda N. della medesima. Per alcuni bisogni della lavorazione fu intrapreso un pozzo, il quale doveva incontrare quella galleria dall'alto al basso: a tale oggetto fu escavato un primo pozzo di 22 metri, ed a questa profondità un altro ne fu incominciato in continuazione del primo: giunto che fu questo secondo alla profondità di 8 metri, cessò il *Gabbro rosso,* e comparve la calcaria alberese, con i suoi schisti alternanti fra li strati di questa. In tali rocce fu escavata tutta la rimanente porzione del secondo pozzo, e gran parte d' un terzo, di modo che il terreno formato d'alberese e di schisti, fu così traversato per un'altezza di circa 35 metri. Erano per terminare l'escavazione del terzo pozzo, allorquando osservarono casualmente, che da uno spacco d'un banco d'alberese usciva con assai impeto un soffio, al quale per accidente essendo stato accostato un lume, tosto s'accese producendo una fiamma alta più d'un braccio. Continuò detto getto di gaz

infiammabile per più settimane; indi essendo scomparso, niuno vi fece più alcuna attenzione. Terminato il terzo pozzo, dal fondo di questo intrapresero nell'Aprile passato l'escavazione d'una galleria diretta verso levante. Nel giorno 27 di detto mese, mentre niun minatore era al fondo del terzo pozzo, nè entro la galleria che da questo dipartesi, un lavorante stava sul ripiano posto fra il secondo ed il terzo, e due alla burbera del ripiano superiore, per sollevare le materie che il primo lavorante caricava nei mastelli. Ad un tratto l'empitore de' mastelli (un giovinetto di 16 anni) s'accorse che il suo lume faceva degli inusitati cambiamenti, e quasi contemporaneamente vide in fiamma tutto l'aere a lui circostante: tosto si gettò disteso sul terreno, e poco dopo essendo scomparsa la fiamma, ebbe il coraggio e la forza di fuggire, salendo verticalmente per 22 metri: ma esso era stato talmente offeso da quell'accensione, che nove giorni dopo ne morì. Nel momento in cui il gaz si accese entro al secondo pozzo, i tre lavoranti che ne erano alla bocca, udirono un'esplosione così violenta, che presi da terrore si dettero alla fuga: mentre per tutto il resto delle escavazioni sotterranee si risentì lo strepito e la commozione. Siccome il fenomeno era nuovo per quella miniera, mancando lampade di sicurezza, furono abbandonati i lavori della parte ove seguì l'incendio, fino al loro arrivo, con le quali essendovi nuovamente discesi, riconobbero che lo sforzo grandissimo prodotto dall'esplosione aveva sbalzato dal loro posto tutte le burbere, ed ancora avea rotte diverse armature.

(11) *Esempi d' impetuoso vento manifestatosi nell' istante delle scosse.*

Tra i molti esempi che potrei citare di terremoti di sussulto, nell'istante dei quali s'è manifestato impetuoso vento, prescelgo i seguenti. Gli autori della Storia de' terremoti delle Calabrie, raccontando quanto accadde in *Oppido* nel 5 Febbrajo, al cominciar della scossa, scrissero « che « poco avanti una calma infedele simile a quella che pre- « ceder suole le fatali tempeste, ridusse nelle loro stentate « mosse come assiderate le nubi, e sopprimette il fiato dei

« venti. Indi destossi repente per l'aere un tacito indistinto « mormoramento, e un vento inaspettato, con un sibilo mi- « sto di fremito, e di tetro oscuro suono, ruppe il silenzio « della breve maligna calma, e cominciò la terra a tremo- « lare.... ec. ». (*Istoria de' fenomeni del tremuoto avvenuto nelle Calabrie e nel Valdemone nel* 1783, p. 134).

Durante il terremoto di *Zante* del 29 Decembre 1820, tre scosse in poco tempo sopraggiunte, furono precedute da un violento colpo di vento, che ad un tratto si calmò: (*Alex. Perrey* nei *Compt. rend. de l'Académ. des Scienc. an.* 1843, p. 618). Il 9 Febbrajo 1836 nel comitato di *Sirmieh* in *Ungheria*, al momento in cui accadde un gran terremoto, vi fu ancora uno straordinario movimento nell'ammosfera. Il 9 Maggio del medesimo anno, in *Carintia*, succedè lo stesso ec. (loc. cit. p. 619). È vero peraltro che abbiamo varie storie di simili fenomeni, nelle quali non parlasi d'alcun moto dell'aria. Ciò, a parer mio, non diminuisce il valore di quanto ho detto circa alla causa del vento prodottosi nel *Pisano* il 14 Agosto; giacchè è possibile non essere stati sussultorj alcuni di que' terremoti, in occasione de' quali non fu notato alcun vento; come è facile ancora che questo abbia avuto luogo, e non sia stato notato, o per trovarsi l'osservatore in una abitazione, o d'animo troppo commosso.

(12) *Tuoni che fanno fremere le vetrate e le fabbriche, ed opinioni del P. Ambrogio Soldani sul legame esistente fra i fenomeni ammosferici ed i tellurici.*

Ancora il Padre Ambrogio Soldani aveva apprezzato lo stretto legame che esiste fra le commozioni della terra e gli sconturbamenti ammosferici, come rilevasi dal seguente passo della sua accurata descrizione del terremoto avvenuto in Siena nel Maggio del 1798: « E quì non sarà fuor di « proposito » egli dice « riferire in dettaglio un diario, che « concerne l'accaduto fino a quest'oggi, sì in riguardo alle « meteore atmosferiche, alle quali, come sapete, va stretta- « mente unito questo spaventevol fenomeno .... ec. »

E nell'enumerazioni delle più importanti meteore avve-

nute precedentemente e consecutivamente alla scossa, come calore straordinario, piogge ec., parla ancora di tuoni simili a quelli che dopo il 14 Agosto tanto di frequente abbiamo sentiti. « Il dì 31, egli dice, (cioè cinque giorni dopo la più « forte scossa) alle 6 pom. fuvvi un temporale con tuoni in « distanza, e molt' acqua in Siena. De' tuoni molti erano di « quella specie che producono tremore assai sensibile nei « vetri delle finestre, e la romba talvolta compariva sì « lunga, che ne ho misurate alcune della durata di 30 min. « secondi. Alle 2 dopo mezza notte vi ebbero due piccole « scosse ». (*Soldani, Relazione del terremoto accaduto in Siena il dì 26 Maggio* 1798, pag. 7).

(13) *Diseguale sollevamento osservato durante il terremoto del* 14 *Agosto, entro la R. Fattoria di Cecina.*

Nella gran fabbrica posta in riva al mare, presso la foce di quel fiume, vi ha al primo piano un corridore che tutta l' attraversa da tramontana a mezzogiorno. La Fattora trovandosi quando venne il terremoto, all' estremità meridionale del corridore stesso, mi asserì non solo d' aver veduto i muri oscillare, ma ancora in modo ben distinguibile alzarsi ed abbassarsi successivamente in tutta la sua lunghezza, il mattonato di quel corridore.

(14) *Tortuosità comparsa nell' istante del terremoto del passato Agosto, in una strada di Pietrasanta.*

Riporterò qui la parte della lettera scrittami dal signor Leopoldo Finali, nella quale si rende conto di questo fatto, e ciò per far conoscere il preciso tenore di quella, e perchè essa contiene altre osservazioni importanti al nostro soggetto.

« Pochi secondi avanti il terremoto, mi affacciai alla « finestra che dà sulla pubblica strada, richiamatovi dal « romore che faceva il cavallo del Procaccia di Firenze, il « quale malgrado gl' incitamenti del suo conduttore, essen- « dosi soffermato ad un tratto sotto la Cancelleria, anzichè

« avanzare, retrocedeva. Mentre osservava quella povera « bestia percossa dal suo padrone, una forte folata di vento « con cupo romore, si fece sentire dalla parte di ponente « e maestrale, quindi cominciò la scossa. Stando io appog- « giato con le gomita al parapetto della finestra, al princi- « piar dell'oscillazione mi sentii urtare il braccio sinistro (il « quale in conseguenza era rivolto al sud), urto cagionato « dal movimento della soglia. Non sì tosto mi fui accorto « esser quello un terremoto, gettai un'occhiata al Campanile « della Primaziale (posto di faccia), ed alla strada che al di « là della piazza continuandosi in retta linea con quella ov'è « la Cancelleria, dirigesi verso Montignoso (cioè a N. O.). Il « primo presentava una doppia curva benchè leggiera, la « seconda di retta che è, mi comparve un poco ondulata, in « modo tale che per due o tre volte veddi le case Digerini, « e Sernieri, le quali sono all'estremità opposta di quella « strada, dalla parte stessa ov'è la Cancelleria, ma situate « in modo da non poterle scorgere in tempo di quiete. Il « moto fu dapprima lievemente ondulatorio da Pisa a Sera- « vezza (S. 20° E.): quindi ristette un poco con lieve sus- « sulto; dopo violenti scosse con la medesima direzione, più « con movimento da mare a monte, che era quello che mi « faceva vedere la strada nella guisa sopraindicata ».

(15) *Cose osservate nel letto della Fine, presso il Podere delle SS. Marie, durante il terremoto.*

Le notizie più interessanti relative ai romori che si sentirono nelle vicinanze d'*Orciano,* le ebbi da Pietro Salvadori, muratore abitante in alcune case poste poco lontano dal detto paese, sulla via di *Lorenzana*. Esso trovavasi insieme a sua moglie e ad un suo figlio, la mattina del 14 nel letto del *Torrente Fine,* presso il Podere delle *SS. Marie,* a raccogliere ghiaja e rena. Dal medesimo intesi che in tutta quella mattina aveva spirato colà un vento fresco, il quale essendo cessato verso le ore dodici, si fece un caldo afoso ed opprimente. Poco avanti della prima ora pomeridiana, sentì ad un tratto nel sottoposto suolo un terribile romore confuso, che rassomigliava alla scarica di gran

quantità di mortaletti, indi una forte esplosione sotterranea, come una cannonata, seguita da rombo. Intanto parevagli che avvallasse il terreno sotto i suoi piedi, e vedeva staccarsi dalle scoscese ripe del torrente, e rotolare nel suo letto grosse masse di mattajone, ed in sì gran quantità, da ostruire quasi lo stretto canale dove il Salvadori si trovava. Spaventato da quanto accadeva, voltò gli occhi per cercare i suoi; e guardando a caso l'opposta riva, vide una grossa pietra schiantarsi, ed al di sopra del terreno pianeggiante scaturire da varj punti con veemenza, ed a riprese globi di polvere, simili alle masse di vapore che escono dalla cappa d'una locomotrice; contemporaneamente udì, e vide cadere in rovina il prossimo podere. Frattanto il romore sotterraneo continuava, ed allora era simile a quello prodotto da un numeroso treno di carri, velocemente strascinati sopra un selciato.

Io udii questo singolare racconto nella mia prima gita ad *Orciano,* dieci giorni dopo l'avvenimento. Per aver prova della veridicità del narratore, interrogai separatamente sua moglie, ed essa ripetè quanto aveva detto il marito, il quale, in conferma di ciò che asseriva, s'offerse a condurmi in quel letto di fiume, per mostrarmi i massi staccati e li spacchi formatisi. Essendo troppo inoltrato il giorno, non potei con mio dispiacere accettare. Tornato in Pisa, scrissi al signor Vittorio Pecchioli, cultore di scienze naturali, ed accurato osservatore, che allora abitava a *Scutriano,* dando ad esso un brevissimo cenno del raccontato dal Salvadori, e pregandolo a verificare il fatto. La sua risposta confermò pienamente quanto già erami stato detto. Non solo Pietro Salvadori ripetè nel modo medesimo la sua narrazione, ma lo stesso fece la moglie ed il figlio, che il Pecchioli interrogò, e che io non aveva veduto. Andato egli col Salvadori nella *Fine,* sotto il podere delle *SS. Marie,* vide nel letto del fiume que' pezzi i quali, al dir del Salvadori, come spinti da una mina eransi staccati al momento del terremoto, e varj altri rimasti ancora in sito: sulla opposta riva trovò una di quelle masse d'argilla indurata, tanto frequenti nelle nostre biancane, e che io altrove descrissi (*a*), e dichiarai considerare

(*a*) Vedi *Memorie per servire allo studio della costituzione fisica della Toscana.* Parte 2.ª p. 110.

come gli avanzi dei canali per cui facevansi strada antichi soffioni; la qual massa era spaccata, parte tuttora in sito, e parte rotolata nel fiume; e vide finalmente nel soprapposto terreno, nei luoghi di dove il Salvadori asseriva essersi sollevati globi di polvere, delle fenditure e spiragli, nei quali penetrava facilmente una bacchetta.

Da tutto l'esposto sembrami debba arguirsi esser vero quanto il Salvadori raccontò de' varj romori sentiti, il distacco de' pezzi della ripa, e la comparsa de' globi di polvere che imitavano il getto di vapore d'una locomotrice: ma io credo che questa polvere anzichè scaturire, come diceva il Salvadori, dalli spacchi del suolo, fosse inalzata dal vento, il quale conforme si è visto, comparve turbinoso nell'istante della scossa. E circa ai pezzi staccatisi dalla sponda, sembrami poco credibile fossero spiccati realmente da questa per una forza interna, ma parmi più naturale fosser fatti cadere dalla veemente agitazione delle ripe stesse.

Ho giudicato conveniente di riportare non solo tutto quanto mi referì il Salvadori, ma ancora le ricerche instituite per verificare i fatti che esso asseriva d'avere osservato, giacchè questi essendo gli unici arrivati a mia notizia, i quali posson dar motivo di credere che ancora ne' terremoti di *Val di Fine* scaturisser dal suolo, come è seguito in altre simili circostanze, emissioni di vapori, sappiasi qual peso possono avere tali supposizioni.

(16) *Esempi comprovanti l'indipendenza delle Sorgenti, Fumarole ec. dalle cause dei terremoti.*

Ecco le precise espressioni dell'Humboldt, riguardo alle sorgenti della Grecia. « Il est certain que les sources « de la Grèce coulent actuellement aux lieux mêmes où « elles coulaient dans les temps hellèniques. La source « d'Erafinos, située à deux heures de marce au sud d'Argos, « sur le versant du Chaon, a été cité par Herodote. A « Delphes ou voit encore la Cassotis, qui sort de la terre, « au sud de Lesché, et qui traverse le temple d'Apollon. « La Castalie coule toujours au pied du Parnasse, et le « Pirène près de l'Acrocorinthe: les thermes d'Aedepse, ou

« Sylla se baignait pendant la guerre de Mithridate, existent « encore aujourd'hui à Tubée. Je cite volentiers ces de- « tails: ils montrent que dans ce pays si souvent agité par « des violents tremblements de terre, les couches intérieurs « ont conservé, au moins depuis deux mille ans, leur forme « primitive, et jusqu'aux petites fissures d'où s'epachent « les eaux de ces sources » (*Humboldt, Cosmos,* p. 251).

Ancora il sig. Carlo Deville osservò che i terremoti avvenuti il 1843 alla Guadalupa, non produssero alterazione degna d'esser menzionata, nè nelle acque termali, nè nelle Fumarole di *Bouillante.* (*Comptes rendu etc.* 1843, p. 1283). Debbo peraltro notare che si trovano non pochi esempi di sorgenti scomparse in conseguenza di terremoti, e dell'apparizione di alcune che per lo innanzi non avevano esistito: ma prima di valersi di simili fatti come prova in contrario alla opinione da me esposta circa alla indipendenza della causa delle sorgenti da quella de' terremoti, fa di mestieri esaminare accuratamente e la qualità delle sorgenti, e le circostanze in cui si trovavano, per accertarsi così se i cambiamenti avvenuti furono dinamici, o chimici; giacchè quand'anche sia vera la mia opinione, è facilissimo che cambiamenti per cause dinamiche abbiano luogo: come di più possono aver luogo cambiamenti chimici, quando per altro si tratti di sorgenti minerali le quali non traggono dalle viscere della terra i loro principj, ma solo dalla lissiviazione delli strati in mezzo ai quali scorrono.

(17) *Analisi delle acque scaturite dal suolo delle Colline Pisane, nel terremoto del* 14 *Agosto.*

Credo conveniente di riportar brevemente i saggi d'analisi che i signori Passerini fecero delle dette acque, e che furono pubblicati nei Num. 34 e 36 del Giornale di Commercio, del corrente anno.

L'acqua che scaturiva da un campo del *Podere della Querce* del Cav. Pietro Passerini, allorquando fu esaminata in Pisa, ove arrivò in una bottiglia, era leggermente torbiccia, inodora, di sapore acidetto dolciastro, e conteneva per ogni libbra otto grani di materia fissa, composta di

cloruro di sodio, e di *calcio, solfati di calce* e di *magnesia, carbonato di calce, allumina, silice,* ed un poco di *materia organica.*

L'acqua scaturita sotto *Luciana,* nel pian della *Tora,* e precisamente nel *Podere della Grotta,* del sig. Della Longa, è quella di cui ho parlato nel corso della memoria, e che io stesso ritrovai dotata dell'odore e sapore proprio all'acido solfoidrico; ma allorquando arrivò in Pisa, i signori Passerini riscontrarono che non aveva più alcun odore, e solamente conservava sapore acidetto dolciastro. Messa in un matraccio di vetro, e mantenutavi al grado dell'ebullizione, s'intorbidava, e coll'aggiunta dell'acido azotico ritornava trasparente. Ogni libbra con l'evaporazione lasciava un residuo del peso di 5 grani, e questo formavasi di *carbonato di calce,* di *cloruro di calcio,* e di *sodio,* dei *solfati di calce* e di *magnesia,* d'una piccola quantità d'*allumina,* di *silice,* e di piccolissima dose di *materia organica.*

Quella sgorgata dalla polla comparsa fra *Lajatico* ed *Orciatico,* nel podere detto *il Palagio,* ancora allorquando arrivò in Pisa conservava odore d'uova putride, ed un sapore acidetto dolciastro, più deciso di quello della precedente. Esposta al fuoco perse sollecitamente il detto odore, e la totale evaporazione d'una libbra lasciò un residuo del peso di 12 grani, composti dalla miscela delle sostanze stesse ritrovate nel residuo lasciato dalle altre due qualità d'acque, colla differenza che in quest'ultimo vi era una minor quantità di *carbonato di calce,* e di *solfato di magnesia.* I residui tanto dell'una quanto dell'altra, gettati sui carboni accesi, mandarono odore assai sensibile di sostanza animale abbruciata.

(18) *Diseguaglianza d'effetti del terremoto in terreni d'egual natura, osservata nel* 1783 *nelle Calabrie.*

Per dare una idea esatta della varietà d'effetti, che furon prodotti nella Calabria Ultra dal terremoto del 5 Febbrajo 1783 in una stessa qualità di suolo, riporterò le considerazioni fatte in proposito dal Dott. Michele Sarcani, estensore della storia di questo memorando avvenimento.

Dopo aver descritte con diligenza le cose più notabili vedute ove era esistita *Terranova,* e raccontati i più importanti avvenimenti accaduti, avendo conosciuta gli Accademici stessi la singolarità ed importanza del fenomeno di cui si discorre, ne parlarono più particolarmente in un distinto capitolo, dal quale estraggo i seguenti squarci. La « superficie del suolo ove per lo innanzi Terranova stava « edificata, era ricoperta fino alla profondità di cinque o « sei palmi di terra *atra vegetabile,* o di ghiaja densamente « unita a un'*ocra di ferro:* a questo serviva di base un altro « strato ben alto d'*arena flava* arida minuta, e sparsa di « *miche,* il quale in alcuni siti era soprapposto a banchi « d'arena eterogenea, e in confuso molto agglutinata...; ed « in altre parti riposava sopra grandi massi di *creta bianca-* « *stra,* o di color violetto », (la quale altro non è, come rilevasi chiaramente da molti squarci di quella istoria, che il nostro mattajone, o marna argilloso-calcarea dei terreni terziarj) « creta che era l'ultimo de' materiali i quali « dalla rivoluzione fisica si rendettero alla massima profon- « dità osservabili, e manifesti. Or tutto questo vario aggre- « gato di terra d'arena e di creta, fu orrendamente com- « mosso: e 'l suolo che gli sovrastava e che servì di base « alle fabbriche di Terranova, rimase tutto sconquassato ».

Poco distante dalla città, verso S. E., non vi aveva più alcun vestigio di lesioni, sopra uno spazio largo circa 340 passi e lungo per più di un miglio, sul quale la graziosa esenzione da ogni rivolgimento si continuava; « ma oltre quel punto », così seguita a dire l'autor della storia, « in luogo ove « la costituzione de' terreni è manifestamente visibile negli « strati, che compariscono nella faccia de' terreni medesimi, « cotanto lacerati e sconvolti, è del tutto eguale a quella del « suolo rispettato, il terremoto aveva prodotti i più terribili « sovvertimenti che immaginar si possano, sbalzando a di- « stanza lo strato superficiale del terreno, con quanto sopra « trovavasi, e lasciando allo scoperto grandi masse di *creta* « *testacea* ec. ». A contatto di questo spazio sconvolto, altro trovavasene che per circa 200 passi, quantunque la qualità del suolo fosse « la stessa, stessissima di quella già « notata (dice il nominato autore), pure era bello il vedere

« durevole e costante l'esenzione da ogni minima labe o « fenditura » (*Istoria de' fenomeni del Tremoto avvenuto nelle Calabrie ec.*, p. 117).

(19) *Rovine della Villa Fucini, e del Podere dell' Uccelliera.*

Nel numero grande di fabbriche dirute dal terremoto del 14 Agosto, che io ho visitate, la *Villa Fucini* ed il Podere del sig. Antonio Bernardi, detto dell' *Uccelliera,* son delle più flagellate. Questo podere restava sotto *Castel Nuovo della Misericordia,* in un terreno pianeggiante composto di mattajone, presso il *Botro delle Lastre*. Formavasi del pian terreno e primo piano, con la scala all'esterno. Allorquando lo visitai, tutto era o ridotto in frammenti, od orribilmente crepato, e scommosso: ed in mezzo a tanto sconquasso, altro non restava d'illeso che le tina murate. Non solo era crollato intieramente il primo piano, ma ancora quasi tutti i palchi che questo dividevano da quello terreno, e le porzioni di muro che restavano tuttora in piede, alte poco più di tre braccia, vedevansi tutte rotte da crepe, alcune inclinate più di 45 gradi, e molte verticali, anche nelle parti più interne della fabbrica, crepe le quali s'approfondavano fino nelle fondamenta, di modo che esse mostravano chiaramente come la spaventosa rovina di quel casamento era stata cagionata principalmente dal moto verticale, o di sussulto. Non di rado le crepe si son vedute estendersi nel modo accennato, nelle parti della fabbrica internate nel suolo; l'Ingegnere signor Adolfo Wertemberg, che gentilmente fecemi da guida nella mia perlustrazione delle vicinanze di *Castel Nuovo,* dissemi aver riscontrato un tal fatto anche nel Podere di *Bagnòlo,* ed in quello di *Riascio;* e so che egualmente ad *Orciano* e sue vicinanze, fu fatta l'istessa osservazione.

La *Villa Fucini* stava sopra un basso colle mattajonoso, poco distante dal *Castel del Gabbro*. Era un' elegante e ben costruita fabbrica di tre piani compreso il terreno, con magazzino da grasce, e tinajo, un ben tenuto giardino ec. Nell'ora fatale del 14 Agosto, primieramente in essa s'apriron alcun poco le mura, le volte ed i palchi, senza peraltro che

ne provenisse rovina. Ciò mi fu raccontato dal Fattore del sig. Canonico Fucini, che all'arrivo del terremoto giaceva disteso sul letto, in una stanza al primo piano. Esso mi disse d'essere stato destato da una quantità di vecce, le quali cadevano addosso a lui a guisa di pioggia, dalle fenditure formatesi nel soffitto della stanza ove si ritrovava: un istante dopo, e fu quello dell'orribil sussulto, sentì spingere violentemente in alto il suo letto, indi sbalzarlo verso il mezzo della camera, ove ricadde in situazione molto obliqua, relativamente a quella in cui era prima. Ne susseguì lo sfasciarsi ed il crollare dei muri, e la rovina del palco; e deve il Fattore la sua salvezza ad una trave di questo, giacchè essendo restata a barbacane precisamente al di sopra di lui, lo difese dai materiali che piombavan dall'alto: ma questi ammassandosi ai suoi lati, in un istante quasi tutto lo cuoprirono, di modo che e per la loro pressione, e per la polvere che a lui toglieva il respiro, credè di essere arrivato all'estremo momento. Ma, tolte le innumerevoli contusioni da cui il suo corpo fu coperto, e da una ferita fatta nel suo gluteo destro da un ferro che vi si era confitto, esso fu di là tratto salvo. Io ho visitata la *Villa Fucini* 22 giorni dopo lo spaventoso avvenimento: sembrava che da più anni questo fosse accaduto, giacchè non solo tutti que' monti di rottami e di calcinacci in cui il terremoto convertì quella deliziosa abitazione, eran coperti dalla più bella verdura, ma ancora tutte le innumerevoli crepe delle porzioni de' muri restati in piede, e le grossezze di questi, vedevansi vestite da piante. Tal sorprendente vegetazione, ad altro non era dovuta che al germogliamento del grano e delle vecce, le quali trovavansi nelle stanze del secondo piano, e che il terremoto aveva seminato in quel suo spaventoso campo di desolazione. Nella *Villa Fucini* le rotture erano in tutti i sensi, ma le macerie stavano ammassate maggiormente dalla parte di tramontana, che da quella di mezzogiorno: pochissime da levante e da ponente: ed anzi l'ala di ponente ove stavano i granai ed il tinajo, era la meno danneggiata. I tini murati rimaser sanissimi, meno che nella metà della lor lunga serie vedevasi una fenditura verticale, che in due la divideva.

(20) *Fenomeni presentati dal mattajone delle Calabrie, ne' terremoti del* 1783.

Uno dei fatti più chiaramente manifesti ne' tremendi terremoti Calabresi del 1783, fu, dirò così, la parte che prese il mattajone (dagli autori della loro storia chiamato *creta concacea*), giacchè ovunque le rovine furono maggiori e gli sconvolgimenti più orrendi, sempre questa roccia videsi comparire alla superficie del suolo, e subentrando al terreno coltivato, convertire in uno squallido deserto i campi poco innanzi ameni per la vegetazione e per cultura. « Nella « contrada dell' *Annunziata* (presso *Seminara*) », scrivono i citati autori, « vedesi emersa dal seno della terra una massa « ingente di *creta concacea,* la quale ove s' estolle in alto, e « ove signoreggia, e preme il suolo della valle, con numerose « zolle di creta, ridotta in isparsi frantumi » (p. 219). Altrove, parlando di *S. Cristina* e di *Lubrici,* « sommo, essi dicono, « fu il sovvertimento de' colli situati a ponente. In « questi non vi fu genere di rivoluzione che avvenuta non « vi fosse: vi fu elevazione, vi fu sbalzo non solo dalle vie « superiori alle inferiori, ma anche dalle parti più basse alle « più superne: e in tutte queste mutazioni vi fu il perpetuo « rovinìo, a cui prestò la sua forza l'acqua che emerger « dovette dal seno della terra, e le cui tracce erano visibi- « lissime in molte, e molte parti di tutta quella estensione di « luoghi, che restarono dalla rivoluzione sorpresi. La distesa « di questi era in lunghezza poco minore di due miglia, ed « in larghezza 400 passi..... Il materiale che formava il « campo principale delle rovine, era la *creta;* quella stessa « creta che fino alla noja ci toccò vedere eruttata per tutto « ove incontravansi rovine. Tra questa vi erano copiose por- « zioni d' *arena eterogenea,* sparsa di rottami di testacei » (p. 207).

Le quali osservazioni condussèro anche gli Accademici Napoletani a giudicare essere i terreni terziarj i più sottoposti ai danni de' terremoti, come l'espressero nella seguente riflessione che essi fanno, dopo aver raccontato che nel mattajone gettato fuora e messo allo scoperto dal terremoto, e nelle sabbie ferruginose videro gran quantità di *Pecten*

jacobæus, Spondili, Serpule, Rostellarie ec. « Se pei fasti « della storia naturale è cosa piacevolissima questa insigne « raccolta di tanti codici degli annali della natura, ciò non è « d'egual prezzo, e di utile pel bene, e per la sicurezza « degli edificii servibili a ricovero, e all'uso degli uomini; « son sempre infidi e pericolosi que' siti, che raccolgono nel « loro seno questi monumenti d'un immemorabile vec- « chiaja » (p. 210).

Se dopo aver considerate tutte le riferite osservazioni relative alle Calabrie, ed aver posto mente a quanto è accaduto ne' terreni mattajonosi di *Val di Fine,* si pensa allo stato in cui noi vediamo i detti mattajoni, non solo nella nominata valle, ma ancora presso *Volterra* in quella dell'*Era* e della *Cecina,* e nella valle dell'*Orcia* alle falde della *Montagna di S. Fiora,* cioè al generale disordine in cui si trovano li strati di questa roccia marnosa, all'abbondanza del Gesso e del Sal gemma nelle sue viscere ec., e specialmente poi alla mancanza de' depositi terziarj superiori, arenarj e tufacei, depositi de' quali per altro, in tanto e sì grandi estensioni si trovano brani lacerati e smossi attorno attorno a quelle valli di mattajone, sembrami non si possa a meno di considerare lo stato attuale di queste, se non che come conseguenza di fenomeni della stessa natura, di quelli i quali sconvolsero le Calabrie, e che agitarono la Val di Fine, quantunque di un'energia incomparabilmente maggiore; appunto come la scienza insegna che esser suolevano tutti i fenomeni simili agli attuali, allorquando accadevano nelle epoche di maggior gioventù della nostra terra.

(21) *Sorprendenti effetti del moto di sussulto, nel terremoto delle Calabrie.*

Leggendo la storia del terremoto delle Calabrie del 1783, si trovano in abbondanza registrati de' fatti i quali mostrano la immensa forza che v'ebbe colà il moto di sussulto, o, come lo chiamano gli autori di quella storia, il *moto di sbalzo*. In una di queste note ho riportato il racconto, delli sconvolgimenti e lacerazioni dal sussulto prodotte alla

superficie del terreno delle vicinanze di *Terranova*. Qui citerò alcuni altri esempi, per darne idea anche più perfetta. A *S. Procopio*, le fondamenta d'una torre crollata dalla scossa del 5 Febbrajo furono sbarbate dal suolo, e slanciate ad oltre 50 passi di distanza (p. 217). Parlando degli avvenimenti di *S. Cristina*, ecco come si espressero i diligenti autori di quel libro: « Ma il più sorprendente « spettacolo lo produsse il tremuoto di sbalzo. Faceva rac- « capriccio a considerare l'orribile veemenza con cui di « lancio erano stati dalle basse parti in alto elevati gli edifizj, « ed i poderi, e quindi come per ischerzo, o depositati nelle « alte vicine sedi, o ivi gettati e ridotti in frantumi » (p. 208). E per ultimo esempio addurrò il fatto accaduto a *Terranova*, di quella casa che servendo ad uso di osteria, fu slanciata intiera con parte del suolo su cui appoggiava, alla distanza di 300 passi! ove fracellandosi le muraglie della stanza terrena, nella quale erano sette persone, si rovesciarono in modo che l'oste e la moglie scamparon la vita! (loc. cit. p. 101). Se la scrupolosa diligenza per esser veridici, usata dagli Accademici Napoletani autori di quella storia, non s'appellasse in qualunque parte della medesima, tanto portentoso è l'avvenimento adesso riportato, che a fatica si crederebbe.

(22) *Ipotesi del P. Ambrogio Soldani, circa alla sede de' terremoti che danneggiarono Siena.*

Ancora il celebre Padre D. Ambrogio Soldani aveva osservato essere i terremoti più frequenti ne' terreni terziarj che ne' secondarj; e sopra un tal fatto, che egli prova mostrando come tutti i terremoti conosciuti da cui è stata afflitta Siena, provennero dalla parte di levante, mezzogiorno e ponente, ove abbondano i terreni terziarj, e mai da tramontana ove predominano i terreni secondarj, egli cerca appoggiare quell'ipotesi la quale era in vigore in quei tempi, e che faceva dipendere le commozioni terrestri dalla *decomposizione, e fermentazione* delle *Piriti, Carboni fossili* e *Torbe*, sostanze tutte abbondanti nei mattajoni. (*Relazione del terremoto accaduto in Siena il dì 26 Maggio* 1798, pag. 84).

(23) *Terremoti dell' Umbria.*

Intendo parlare di quelli che ebbero luogo nel 1831 e 1832. Essi diroccarono la magnifica Chiesa detta la *Madonna degli Angioli,* edificata nella pianura sottostante ad *Assisi,* come pure *Bastia, Cannara, Cantalupo, Bevagna,* parte di *M. Falco,* il *Castellaccio* ec., cioè tutti i paesi, e case fabbricate nella pianura e sui colli terziarj, frapposti a quel tratto d'Appennino formato di calcaria giurese, da *Assisi* a *Spoleto,* ed al suo contrafforte di macigno, su cui sta *Perugia,* non che ai *M. Martani:* mentre andarono illese le città di *Assisi, Trevi, Spoleto,* ed i villaggi tutti impiantati sulle rocce secondarie dell'Appennino, egualmente che *Perugia, Marsciano* ec., riposanti sul macigno della catena oltre il Tevere. Accadde adunque anche in occasione di que' terremoti quanto si è osservato adesso fra noi, cioè che i terreni recenti furono mossi molto più fortemente degli antichi. In egual modo ancora il terreno terziario e d'alluvione di quelle pianure si squarciò, e gettò fuora acqua e rena. Lo squarcio si manifestò per la lunghezza di due miglia circa, con altrettante polle, o brevi fenditure, le quali percorrevano una linea diretta secondo il diametro maggiore della valle. Ebbevi di più, durante la scossa del 13 Gennajo, impetuoso vento; ma esso accompagnò una burrasca di grandine, prodotta da una estesa ed atra nuvola, che partitasi dai *Monti Martani,* aveva invasa la valle. Allorchè io visitai quei disgraziati paesi, cioè verso la fine di quello stesso mese di Gennajo, cercai di sapere se eransi udite detonazioni sotterranee; ma da nessuno ne ebbi certezza: forti romori furono sentiti di cupi e prolungati rombi, ma non vere detonazioni. I movimenti furono ondulatorj: peraltro sembra che in qualche posto avessero luogo ancora dei moti vorticosi, avendo io veduto i capitelli de' due pilastri dai quali è posto in mezzo il cancello della *Villa Fidelia* dei signori Piermarini, presso Foligno, che avevano girato da un quinto di cerchio sul proprio asse.

(24) *Scossa risentita in Milano la mattina del* 14 *Agosto* 1846; *e resultamenti delle osservazioni fatte in quell'epoca con i declinatorj magnetici, tanto in Milano quanto nell'I. e R. Museo di Firenze.*

In appoggio di quanto ho detto riguardo alla propagazione della scossa fino a Milano, riporterò qui alcune osservazioni del sig. Abate Giovanni Capelli, rimessemi dal mio amico e collega Prof. Filippo De Filippi.

« Ogni giorno alle 8 del mattino, dice il sig. Capelli, e « alle 2 dopo mezzodì, nella specola di Brera si osserva la « declinazione magnetica, con un apparato, il cui ago è una « borra parallelepipeda d'acciajo, avente le dimensioni di « metri 0,61, 0,038: 0.009. Quest'ago è gravato ad una « delle sue estremità da uno specchietto, il quale congiun- « tamente al suo telajo pesa 17,5 grammi.

« Nel giorno 14 Agosto 1846 si son trovate le seguenti declinazioni

Alle ore 8	17°	8′	7″	77
» » 2	17°	19	3	48

« Le quali paragonate a quelle de' giorni precedenti e « seguenti al 14, non darebbero indizio di perturbazione « magnetica. Per altro, allorquando si faceva l'osservazione « delle ore 2, si è rimarcata un' oscillazione verticale della « spranga magnetica, dell'ampiezza di circa 6 minuti primi.

« Nessuno dell'osservatorio ebbe indizio di terremoto. « Però molte persone degne di fede attestano d'aver risen- « tita una leggiera scossa pochi minuti prima dell'ora po- « meridiana. Ed un tal fatto è a ritenersi per vero, poichè « spiega la causa semplicemente meccanica dell'oscillazione « suddetta, la quale, probabilmente, era sul decrescere nel « momento in cui venne fatta l'osservazione ».

Ancora nell'osservatorio meteorologico dell'I. e R. Museo di Fisica e Storia Naturale di Firenze riscontrarono, come a Brera, non avere il terremoto esercitata altro che un'azione puramente meccanica sopra i declinatorj magnetici. E siccome questo fatto sembrami assai interessante per la Fisica terrestre, riporterò quanto in proposito si compiacque scri-

vermi l'abilissimo Fisico Cav. Vincenzo Antinori, Direttore del nominato R. Stabilimento.

« I nostri declinatorj magnetici osservati nelle ore or-
« dinarie, ed immediatamente dopo la scossa, non hanno
« presentato nulla di straordinario, sia nelle singole osser-
« vazioni, sia nel loro andamento giornaliero: la declinazione
« media di quel giorno fu anzi una delle più prossime alla
« declinazione media del mese, e la massima e minima nota-
« bilmente inferiore alle altre riconosciute nel mese stesso.
« Queste risultanze sono tanto più da valutarsi, in quanto che
« due sono gl'istrumenti osservati. È vero che ambedue oscil-
« larono fortemente per effetto della scossa; quello situato
« in luogo elevato e appeso al filo di circa un metro di
« lunghezza, oscillò orizzontalmente in una direzione prossima
« a quella dall'E. all'O. L'altro collocato nel sotterraneo
« del R. Museo, che consiste in una grossa barra lunga 65
« centimetri, del peso di 2100 grammi circa, appesa un
« poco fuori della linea del centro di gravità, ad un filo
« lungo circa 8 metri, ondulò fortemente nel senso verticale.
« Il moto di esso nel senso orizzontale, fu di poco maggiore
« dell'ordinario, o per la lunghezza del filo di sospensione,
« o per la costruzione dell'apparato, o per ambedue queste
« cause. Anco il diligentissimo osservatore sig. Prof. Colla
« di Parma non ha notato perturbazione alcuna nell'ago
« magnetico, nè nelle osservazioni pubblicate, nè in quelle
« che ci comunica manoscritte ».

(25) *Osservazioni meteorologiche de' mesi di Luglio, Agosto, Settembre e Ottobre degli anni* 1845 *e* 1846.

Per dare un'idea delle differenze presentate dalle osservazioni meteorologiche delle indicate epoche, riporterò quelle del massimo e del minimo calore osservato in ciascun mese, non che le medie, resultanti dai prospetti delle osservazioni fatte nel Gabinetto Fisico di questa Università, relativamente al Termometro, Barometro, Igrometro, e Pluviometro.

1845	*Luglio.*	1846	*Luglio.*
Temper. massima effettiva il dì 8 e 9.	+ 31. 5.	il 23	+ 31. 0.
Temper. massima media. .	+ 26. 4.	. . . . .	+ 28. 5.
Temper. minima effettiva il dì 19	+ 14. 0.	il 19 e 29	+ 13. 0.
Temper. minima media . .	18. 1.	. . . . .	+ 18. 8.
Alt. del Barom. media a mezzo giorno	764. 31.	. . . . .	764. 89.
Umidità media a mezzo giorno, con l'Igr. di Sauss.	79.	. . . . .	74.
Pluviometro sul Campanile della Primaziale	+ 0. 103.	. . . . .	0. 24.
	Agosto		*Agosto*
Temp. mass. effett. il 2 e 3.	+ 27. 0.	il 6 e 7	+ 32. 0.
Temper. massima media. .	+ 24. 4.	. . . . .	+ 27. 6.
Temper. minima effettiva il dì 9 e il 30	+ 14. 0.	il 24, 30 e 31	+ 12. 0.
Temper. minima media . .	+ 17. 2.	. . . . .	+ 14. 4.
Alt. del Barom. med. a m. g.	762. 76.	. . . . .	761. 71.
Igr. di Sauss. med. a m. g.	79.	. . . . .	74.
Pluviometro sul Camp. . .	6. 242.	. . . . .	5. 37.
	Settembre		*Settembre*
Temp. mass. effett. l'11. .	+ 26. 5.	il 2 ed il 12	+ 26. 5.
Temper. massima media . .	+ 22. 5.	. . . . .	+ 21. 5.
Temp. min. effett. il dì 29 .	+ 11. 0.	il 27 ed il 30	+ 10. 0.
Temper. minima media . .	+ 15. 5.	. . . . .	+ 12. 0.
Alt. del Barom. med. a m. g.	763. 83.	. . . . .	761. 55.
Igr. di Sauss. med. a m. g.	84.	. . . . .	74.
Pluviometro sul Camp. . . .	7. 394.	. . . . .	16. 94.
	Ottobre		*Ottobre*
Temp. mass. effett. il dì 7.	+ 23. 5.	il 18	+ 23. 0.
Temper. mass. media. . . .	+ 18. 6.	. . . . .	+ 18. 4.
Temp. min. eff. il dì 25. 26.	+ 6. 5.	il 27	+ 5. 5.
Temper. minima media . .	+ 12. 1.	. . . . .	+ 13. 8.
Alt. media del Bar. a m. g.	765. 75.	. . . . .	762. 19.
Igrom. di Sauss. a m. g. .	81. —	. . . . .	87.
Pluviometro sul Camp. . . .	4. 567.	. . . . .	13. 54.

(26) *Cenno d'alcuni straordinarj fenomeni accaduti fuor di Toscana nell'estate ed autunno del* 1846.

Siccome è possibile che varj de' lettori di questo libro non avendo il comodo di consultare i giornali, i fogli periodici, ed i recenti libri, ignorino quali sieno le meteore, e straordinarj fenomeni avvenuti in quest' anno in Europa, e da me accennati nel corso della presente relazione, reputo far cosa a loro non discara, enumerandone rapidamente i più interessanti.

Non solo massimo è stato il calore estivo e l'alidore in tutta Italia, ma ancora in altre parti d'Europa, come in Germania ed in Russia, da Pietroburgo fino al Caucaso. Una prova certa dello straordinario caldo dell'estate decorsa, l'han data anche le cime del *M. Bianco;* imperocchè in Agosto si veddero prive di neve alcune di quelle sommità, le quali a memoria d'uomini non erano restate scoperte. Nel Luglio incominciarono a farsi sentire i terremoti, giacchè il 25 uno ve ne fu a *Smirne*. Il 29 dello stesso mese alle ore 9 ½ della sera fu agitato *Gussen, Pyrmors* in *Vesfalia, Francforte* sul *Meno* ec. Il 7 accadde una scossa a *Siracusa*. Nella notte, fra l'8 ed il 9, altra nelle vicinanze di *Napoli*. Il 14 poi, allorquando parte della Toscana fu devastata dalla terribile scossa, un altro strano fenomeno si manifestò nel Monte Rosso, cioè un abbondante getto di fumo dalla sommità dell'*Isola di Saddle*, come se vi accadesse un'eruzione vulcanica. Nei giorni 16 e 17 dello stesso mese d'Agosto sentironsi terremoti in *Svizzera*, a *Losanna*, nel *Cantone di Vaud* ec.: ed il 22 l'*Ecla* produsse una non ordinaria eruzione. Nel Settembre, il dì 11 ed il 13 furonvi terremoti nella *Calabria Citeriore:* nella notte dal 2 al 3 di Novembre fu scosso da terremoti Algeri, ai quali succederono piogge tanto dirotte, che produssero grandi inondazioni: ed il 24 dello stesso mese, poco avanti la mezzanotte ebbevi un'assai prolungata scossa di terremoto nel nord della Scozia, la quale particolarmente si estese lungo la linea dei monti Grampioni.

(27) *Enumerazione delle scosse di terremoto sentite dall'Agosto* 1846 *in poi, in varj paesi della Toscana marittima.*

Una tale enumerazione fatta con scrupolosa precisione, sarebbe al certo della più grande importanza per un lavoro della natura di quello che adesso io vado pubblicando: ma ad onta di tutte le mie ricerche, non son potuto giungere a riunire le notizie occorrenti a comporla, imperocchè quelle persone che trovavansi nei diversi paesi, capaci e disposte a prender nota di tali fenomeni, ne furono sovente distolte in quei giorni calamitosi, da più gravi ed urgenti occupazioni. Ciò nonostante, per non lasciare nel mio lavoro una lacuna così conseguente, io esporrò qui sotto tutto quanto mi è riescito conoscere su tal proposito, riguardo ad *Orciano, Castel Nuovo della Misericordia,* e *M. Scudajo*. Ho prescelto questi tre paesi, perciocchè il primo può considerarsi come situato nel centro dello spazio maggiormente commosso: il secondo sta presso la parte N. O. della sua periferia: ed il terzo sul punto più meridionale della medesima. E siccome qui appresso riporterò le osservazioni fatte nel *Fanale di Livorno,* e nel corso della relazione ho di già indicate tutte le notevoli scosse risentite in *Pisa* ed in *Volterra,* così si troveranno riunite in questo libro le notizie occorrenti per formarsi una giusta idea della degradazione manifestata nei varj punti dello spazio centrale, tanto riguardo al numero, quanto all'intensità delle commozioni, e de' romori.

ORCIANO. (*Notizie avute dal sig. Luigi Bientinesi*).

Agosto 14. Terribile scossa alle 12 e 53 minuti: indi si ripetè verso le 5 pomeridiane, e verso le 10 della sera; non solo vi ebbero detonazioni sotterranee e rombi fortissimi al momento delle forti scosse, ma si continuarono anche negl' intervalli di queste, e nella rimanente porzione della notte, benchè più leggiere; come quasi costante fu il tremor nella terra.

15. Vi furono nelle 24 ore, circa numero 25 scosse: 4 nella notte più forti, continui rombi e detonazioni sotterranee.

16. Nel giorno 6 piccole scosse: due più forti nella notte con rombi, e romori sotterranei. Pioggia impetuosa, e tuoni fortissimi.

17. Nove scosse nel giorno, due nella notte. Rombi, e romori sotterranei. Burrasca d'acqua, e tuoni.

18. Due piccole scosse nel giorno, due nella notte. Rombi, e romori sotterranei. Temporale con tuoni.

19. Tre piccole scosse nel giorno, con rombi. Una molto forte nella notte, e tre rombi. Acqua, e tuoni.

20. Alle 7 pom. una scossa fortissima, sopraggiunta senza romba. Alle 8 e 30 min. nuova scossa, anch'essa veemente e di lunga durata. Quattro ve ne furono nella notte, con rombi, e romori sotterranei. Temporale d'acqua, e tuoni.

21. Continuò la pioggia con tuoni: non vi furono che due leggiere scosse nella notte.

22. Una piccola scossa alle 9 pom.: nella notte diluvj, con tuoni.

23. Sei piccole scosse nel giorno, due nella notte, con i soliti romori.

24. Due leggiere scosse con rombi. Aria caligiosa.

25. Nella notte una leggerissima scossa con rombo.

26. Leggiera scossa nella notte.

27. Nella mattina una fortissima scossa di lunga durata: due la sera assai piccole: i soliti rombi e detonazioni sotterranee.

28. Una scossa nella notte, con rombo.

29. Altra scossa e rombo nella notte.

30. Due piccole scosse con rombo.

31. Alle 3 e 55 min. pom. un rombo senza scossa.

Settembre. Fino a tutto il dì 7 vi fu tranquillità.

8. Alle ore 11 e 45 min. pom. una scossa con rombo: altre due nella notte.

10. Alle 3 antem. due piccole scosse con rombi.

14. Alle 9. pom. una piccola scossa, e rombo.

Ottobre 5. La mattina una scossa, con i soliti romori.

8. Alle 11 antem. una scossa assai forte, e rombi.

Novembre 7. Alle 8 e 30 antem. forte rombo con piccolissima scossa.

8. A ore 11 e 10 m. antem. forte scossa sussultoria con rombo: verso le 10 pom. scossa minore, e rombo.

11. A ore 2 antem. piccola scossa, e debol rombo.

25. La sera dopo le ore 10 fu udito un forte rombo, senza che ad esso succedesse alcuna scossa.

Castel Nuovo della Misericordia. (*Secondo le notizie somministratemi dal sig. Adolfo Wertemberg*).

Agosto 14. Furon sentite le tre forti scosse come negli altri paesi.

Continuò poi il suolo a muoversi a quando a quando, con rombi nell'aria, e romori sotterranei fino al 24 inclusive. Il dì 25 alle ore 6 e 25 minuti pom. ebbevi un'assai forte scossa ondulatoria. Il 28 dello stesso mese dopo le 12 mer. cominciarono a farsi sentire scossarelle e rombi, che continuarono fino alle 10 della notte. Indi ritornò la calma, o almeno non vi ebbero che poco sensibili o dubbie commozioni. Una più forte ne accadde alle 9 e 30 m. antem. dell'8 *Ottobre*. E la sera del 25 *Novembre* alle ore 10 e 15 min. ne avvenne una leggiera ondulatoria.

Monte Scudajo. (*Ragguagli avuti dal sig. G. Guerrini*).

Agosto 7. Una leggiera scossa nella mattina.

14. Dello stesso mese: sentironsi le tre vigorose commozioni, che si comunicarono a tutti i circonvicini paesi, insieme ai rombi che l'accompagnarono. Dopo quell'epoca fino a tutto il 24 *Novembre* il colle che sostiene *M. Scudajo*, o restò perfettamente tranquillo, o soltanto fu così leggerissimamente agitato, da far solo dubitare a qualcuno dell'avvenimento. Il 25 *Novembre* alle ore 10 e m. 15 pom. ebbevi una violenta scossa, breve peraltro, talchè non produsse alcun danno.

(28) *Osservazioni relative ai fenomeni straordinarj presentati dal mare, dalla terra e dal cielo, fatte nella torre del Fanale di Livorno, dal Capitano Antonio Parenti*.

Agosto 11. alle ore 12. Inalzamenti ed abbassamenti istantanei del mare. Sviluppo abbondante di bolle d'aria

dal fondo motoso del medesimo, ed intorbidamento delle sue acque.

13. Le piccole ondate che percuotevano li scogli circostanti al Fanale producevano uno straordinario fragore, cupo e sotterraneo. Continuarono i repentini inalzamenti ed abbassamenti delle acque.

14. La mattina persistevano i descritti fenomeni. Alle 10 e 30 m. l'orizzonte a ponente si fece di color verdastro fosco. L'ammosfera era affannosa, e quasi irrespirabile. Alle 12 e 52 m. sopraggiunse il terremoto addietro descritto, preceduto da forte rombo, durante il quale le acque s'inalzarono anche più del solito, ma momentaneamente. Alle 5 pom. fu sentito altro rombo, con leggiera scossa. Lo stesso alle 9 e 50 m.

15. Alle 3 della notte rombo, e scossa; e molti altri rombi si ripeterono fino al giorno.

16. Alle 10 e 25 m. scossa leggerissima.

18. Alle 11 della notte leggiera scossa ondulatoria.

19. A ore 3 e 20 m. antem. scossa leggiera.

20. Alle 7 e 10 m. scossa assai sensibile, della durata circa di 5 secondi.

26. Movimenti straordinarj nel mare, con romori cupi e sotterranei.

27. Alle 9 e 50 m. forte rombo, ma niuna scossa: questa fu sentita entro Livorno.

I movimenti ed i romori nel mare continuarono fino al 3 di Settembre. Dopo, fino al dì 12, il mare riprese l'ordinario andamento, e tutto tornò tranquillo.

Settembre 12. Ricominciarono i soliti movimenti del mare, ed i romori sotterranei. Nel giorno spirò vento d'O. Nella notte il vento divenne N. N. E. A quando a quando romori sotterranei. Il cielo era sereno; ma spesso vedevansi le stelle che prima erano splendentissime, perdere ad un tratto la loro luce, come se fossero offuscate da caligine.

19. Nel corso del giorno l'aria divenne verdastro-cupa presso l'orizzonte dalla parte di ponente. Il mare fu agitato dai soliti inalzamenti ed abbassamenti, e da correnti vorticose. Vi furono romori sotterranei attorno le scogliere.

Ottobre 4. Alle 10 e 15 m. un forte rombo. Continua-

rono i movimenti disordinati del mare. L'aria era fosca, ed il vento di ponente.

5. Alle 2 e 30 m. una Bolide traversò il cielo da levante a maestro. Ad essa succedette una debole scossa: s'udirono alcuni leggieri romori sotterranei.

11. Alle 11 e 55 m. rombo, e leggiera scossa. Il sole che chiaro risplendeva, s'oscurò per circa un quarto d'ora. Il vento di ponente che spirava violento cessò per un istante, indi rinforzò. Le acque del mare s'alzarono, e così si mantennero per tutto il giorno. Al levar del sole eransi viste fra scirocco e maestro numerose nuvole lineari ed orizzontali.

19. Aumentarono i movimenti del mare, non cagionati da influenze di venti. Romori attorno alle scogliere. Alle 12 e 17 m. forte rombo, e leggiera scossa sussultoria, con tremollo che durò circa 4 secondi. Il vento era d'Ovest.

20. Alle 2 della notte altra piccola scossa, e varj rombi: vento fresco di ponente.

Novembre 24. Alle ore 8 ed alle 11 e 30 m. pomer. si udirono rombi.

25. Altro rombo alle 3 e 15 m., come pure alle 11 e 50 m. antem.

28. Alle 12 e 55 m. merid. fortissimo rombo dalla parte di levante. Gl'incerti moti del mare e le correnti vorticose continuavano da più giorni.

(29) *Fenomeni meteorologici osservati dal sig. D. Ezio De Vecchi nel 7 e 14 del passato Agosto.*

Riporto qui la nota stessa con la quale il sig. D. E. De Vecchi si compiacque rendermi conto di due fenomeni interessanti e per la loro singolarità, e per essere avvenuti durante le commozioni del suolo Toscano.

« Verso le 11 antem. del dì 7 Agosto io saliva solo ed a « piede la via scoscesa e deserta che muovendo dal *Ponte* « *a Rigo* va a *Pian Castagnajo,* salendo la faccia del *M.* « *Amiata* dal suo lato volto all'E., e congiunge i paesi di « questa montagna colla grande strada Romana. L'aria era « tranquilla, ma eccessivamente calda, del che non è a ma- « ravigliarsi in quella stagione ed a quell'ora. Il cielo sereno

« ovunque, meno che nella vetta della montagna, la quale
« era ricoverta, siccome da ombrello, da uno spesso strato
« di pesanti nuvoloni, cui il calore del meriggio avea solle-
« vati dalle valli sottostanti, e l'attrazione del monte accu-
« mulatisi attorno. Io aveva davanti a me il prospetto di
« quella magnifica vetta, tutta coverta di lussureggiante
« vegetazione, la quale termina bruscamente, e forma colla
« nudità delle falde il più spiccato contrasto. Mentre il mio
« sguardo si trovava fisso su quella folta selva limite della
« mia escursione, ecco che dall'estremo S. dello strato
« nuvoloso si distacca una fascia, una coda enorme poco
« larga, ma lunghissima, la quale colla sua estremità infe-
« riore rasentava la terra, colla superiore le nubi. Trascorse
« con rapido moto progressivo dal S. al N. su tutta la linea
« che serve di confine alla vegetazione di castagni; ed io la
« vedeva projettarsi successivamente sul verde cupo di tutti
« i boschi onde la vetta di quella montagna è ingombra. Era
« il suo colore un bianco chiaro quasi luminoso: nè male po-
« teva assomigliarsi a que' raggi di sole, che sovente si fanno
« strada in sul nascere o sul tramonto, a traverso di quei
« nuvoli interrotti e quasi direi disposti a scacchiere, onde
« l'orizzonte si vela in certe circostanze. Sembrava che
« questa curiosa colonna non si rimanesse costantemente
« normale alla superficie del suolo, ma che descrivesse in-
« vece un cono tronco di cui le direttrici fossero situate
« l'una su la massa nuvolosa, l'altra sul suolo. Il fenomeno
« mi fu visibile sin tanto che si trovò interposto fra me e
« la montagna. Appresso l'accompagnai per un istante, e
« svanì, sia che si dileguasse in effetto, o che io cessassi
« di scorgerlo, da che mi si projettava su l'azzurro del cielo.
« Tra sorpresa maravigliato e spaurito, mi arrestai: il mio
« primo pensiero corse ad una tromba; ma se quel feno-
« meno fosse stato effettivamente una tromba, avrei dovuto
« trovare qualche traccia del suo passaggio, quando poche
« ore appresso andando da *Pian Castagnajo* all'*Abbadia*
« *S. Salvadore,* io percorreva la medesima linea che l'estre-
« mità inferiore della colonna nuvolosa avea rasentato: o
« almeno gli abitanti del luogo avrebbero dovuto darmene
« qualche contezza, dietro tutte le domande che loro ne

« feci. Ma di ciò nulla avvenne. La durata del fenomeno « non eccedè da 4″ a 6″.

« Il dì 14 Agosto percorreva la via che separa *Onano* « da *Acquapendente*. Erano circa le 5 antem., ed il sole « elevato di pochi gradi su l'orizzonte si mostrava a quando « a quando attraverso uno strato di nuvole non molto spesso, « che ricuopriva il cielo dal lato dell'E. In un certo mo- « mento in cui esso appariva in tutto il suo splendore in una « porzione di cielo sereno, fui sorpreso vedendo che esso « non era unico. Un altro sole difatto si mostrava fra le « nuvole a poca distanza dal primo. Questo era un poco « più pallido del vero, nè aveva i contorni così nettamente « disegnati. Appariva un vero *sole fra le nubi*. I due astri « erano sopra un medesimo arco orizzontale, e la distanza « fra loro non eccedeva i 5 o i 6 diametri solari ».

FINE

INDICE

Proemio . . . . . pag. 3

PARTE PRIMA

FENOMENI PRESENTATI DAL TERREMOTO DEL 14 AGOSTO 1846, O AD ESSO RELATIVI. . . . . » 6

CAP. I. *Limiti del paese commosso dal terremoto* . . » 8

— II. *Fenomeni particolari che han precedute le scosse*. . . . . » 12

— III. *Fenomeni ammosferici osservati nel 14 Agosto, e posteriormente* . . . . . » 16

— IV. *Delle varie scosse di terremoto avvenute dopo quella del 14 Agosto; e della qualità e direzione de' movimenti che durante quest' ultima si manifestarono* . . . . . » 27

— V. *Romori che accompagnarono i terremoti* . . » 44

— VI. *Effetti sul suolo, sulle sorgenti, sopra i soffioni ec.* . . . . . » 51

— VII. *Fenomeni presentati dal mare, e dai paduli* . » 58

— VIII. *Effetti prodotti sugli edifizj, e ricerche sulle cause immediate di questi effetti* . . . . . » 62

— IX. *Azione del terremoto sugli animali* . . . . » 84

PARTE SECONDA

CONSIDERAZIONI TEORETICHE SULLE CAUSE E SUGLI EFFETTI DEGLI ULTIMI TERREMOTI DELLA TOSCANA . . . . » 89

CAP. I. *Ove sia stata la sede dei fenomeni produttori de' terremoti*. . . . . » ivi

— II. *Sotto quali terreni possa credersi che la forza perturbatrice abbia più particolarmente esercitata la sua azione* . . . . . » 95

— III. *Qual sia stata la causa immediata della commozione del suolo della Toscana*. . . . . » 102

CAP. IV. *Ipotesi sulle cause de' terremoti* . . . . pag. 105
— V. *Applicazione dell' esposta ipotesi agli ultimi terremoti della Toscana.* . . . . . » 118

APPENDICE

Notizie relative al terremoto avvenuto in Val di Cecina la sera del 25 Novembre 1846 . . . . . » 129

NOTE ILLUSTRATIVE

Cenni sulla costituzione geologica del suolo di varj castelli, borgate ec. del paese danneggiato dal terremoto . » 135
Straordinario sviluppo di gaz idrogene accaduto nella miniera di rame di M. Catini di Val di Cecina . . . » 141
Esempi d' impetuoso vento manifestatosi nell' istante delle scosse . . . . . » 142
Tuoni che fanno fremere le vetrate e le fabbriche, ed opinioni del P. Ambrogio Soldani sul legame esistente fra i fenomeni ammosferici ed i tellurici. . . . . . » 143
Diseguale sollevamento osservato durante il terremoto del 14 Agosto, entro la R. Fattoria di Cecina . . . . . » 144
Tortuosità comparsa nell' istante del terremoto del passato Agosto, in una strada di Pietrasanta . . . . . » ivi
Cose osservate nel letto della Fine, presso il Podere delle SS. Marie, durante il terremoto . . . . . » 145
Esempi comprovanti l' indipendenza delle sorgenti, fumarole ec. dalle cause dei terremoti . . . . . » 147
Analisi delle acque scaturite dal suolo delle Colline Pisane, nel terremoto del 14 Agosto . . . . . » 148
Diseguaglianza d' effetti del terremoto in terreni d' egual natura, osservata nel 1783 nelle Calabrie . . . . . » 149
Rovine della Villa Fucini, e del Podere dell' Uccelliera . » 151
Fenomeni presentati dal mattajone delle Calabrie, ne' terremoti del 1783 . . . . . » 153
Sorprendenti effetti del moto di sussulto, nel terremoto delle Calabrie . . . . . » 154
Ipotesi del P. Ambrogio Soldani, circa alla sede de' terremoti che danneggiarono Siena . . . . . » 155
Terremoti dell' Umbria . . . . . » 156
Scossa risentita in Milano la mattina del 14 Agosto 1846; e resultamenti delle osservazioni fatte in quell' epoca

con i declinatorj magnetici, tanto in Milano quanto nell' I. e R. Museo di Firenze . . . . . pag. 157
Osservazioni meteorologiche de' mesi di Luglio, Agosto, Settembre e Ottobre degli anni 1845 *e* 1846 . . . . » 158
Cenno d'alcuni straordinarj fenomeni accaduti fuor di Toscana nell'estate ed autunno del 1846 . . . . . » 160
Enumerazione delle scosse di terremoto sentite dall' Agosto 1846 *in poi, in varj paesi della Toscana marittima* . » 161
Osservazioni relative ai fenomeni straordinarj presentati dal mare, dalla terra e dal cielo, fatte nella torre del Fanale di Livorno, dal Capitano Antonio Parenti . . » 163
Fenomeni meteorologici osservati dal sig. D. Ezio De Vecchi nel 7 *e* 14 *del passato Agosto* . . . . . » 165

MAY 1 - 1941